

フロントエンドモジュールおよび高周波機能モジュール

発明の背景

1. 発明の技術分野

本発明は、携帯電話等の通信装置において送信信号および受信信号を処理するためのフロントエンドモジュールおよび高周波機能モジュールに関する。

2. 関連技術の説明

近年、携帯電話は、第3世代を迎え、単なる通話機能だけではなく、高速データ通信機能をも有することが必須となりつつある。そのため、各国において、高速データ通信を可能にする種々の多重化方式の採用が検討されている。しかしながら、多重化方式の統一は困難な状況である。そのため、携帯電話には、マルチモード（複数方式）およびマルチバンド（複数の周波数帯）に対応することが求められている。

例えば、欧州では、既に、GSM（Global System for Mobile Communications）方式とDCS（Digital Cellular System）方式とに対応可能なデュアルバンド型携帯電話が全域で普及している。GSM方式とDCS方式は、いずれも時分割多重接続方式である。欧州では、第3世代携帯電話として、上記の2方式に加え、大きなデータ通信速度（例えば2Mbps）を実現することができる広帯域符号分割多重接続（以下、WCDMAとも記す。）方式にも対応可能なデュアルモード・トリプルバンド型携帯電話を採用することを予定している。

携帯電話では、上述のように新たな機能が付加されると、回路がより複雑になると共に部品点数が増える。そのため、携帯電話では、より高密度の部品実装技術が要求されている。また、このような事情から、携帯電話の内部の高周波回路では、その実装スペースを削減するため、部品の小型軽量化、複合化および集積化が不可欠となっている。

ところで、GSM方式およびDCS方式に対応したデュアルバンド型携帯電話のフロントエンドモジュールは、例えば特開平11-225088号公報に開示されているように既に知られていると共に、既に実用化されている。このフロントエンドモジュールでは、例えばダイプレクサを用いてGSM方式に対応した周

波数帯域とDCS方式に対応した周波数帯域とを分離すると共に、例えば高周波スイッチを用いて送信信号と受信信号との分離を行うようになっている。

ここで、例えばGSM方式、DCS方式およびW-CDMA方式に対応可能なデュアルモード・トリプルバンド型携帯電話のフロントエンドモジュールを構成することを考える。このフロントエンドモジュールでは、3つの方式に対応した各周波数帯域を分離すると共に、各方式毎に更に送信信号と受信信号とを分離する必要がある。ただし、W-CDMA方式は、符号分割多重接続方式であるがゆえに送信機能と受信機能のいずれもが常時動作していなければならない。そのため、W-CDMA方式では、高周波スイッチを用いて送信信号と受信信号とを時分割で分離することはできない。そのため、W-CDMA方式における送信信号と受信信号の分離には、アナログ方式の第1世代の携帯電話と同様に、周波数の違いによって送信信号と受信信号とを分離するデュプレクサが用いられる。

現在、W-CDMA用のデュプレクサとしては、挿入損失の小さい同軸誘電体形のものが多く用いられている。しかしながら、同軸誘電体形のデュプレクサは、大きく重いため、フロントエンドモジュールの小型軽量化には不向きである。また、同軸誘電体形のデュプレクサは、その材質および構造が、従来のフロントエンドモジュールとは異質なため、フロントエンドモジュールの複合化および集積化にも不向きである。

発明の目的および概要

本発明の第1の目的は、時分割多重接続方式と符号分割多重接続方式とに対応可能で、且つ小型軽量化、複合化および集積化が容易なフロントエンドモジュールを提供することにある。

また、本発明の第2の目的は、送信信号と受信信号とを分離するデュプレクサを含み、小型軽量化、複合化および集積化が容易な高周波機能モジュールを提供することにある。

本発明の第1のフロントエンドモジュールは、時分割多重接続方式の送信信号および受信信号と符号分割多重接続方式の送信信号および受信信号とを処理するためのモジュールであって、

アンテナに接続され、時分割多重接続方式の送信信号および受信信号と、符号分割多重接続方式の送信信号および受信信号とを分離する第1の分離手段と、

第1の分離手段に接続され、時分割多重接続方式の送信信号と時分割多重接続方式の受信信号とを分離する第2の分離手段と、

第1の分離手段に接続され、それぞれフィルタとして機能する2つの弾性波素子を含み、符号分割多重接続方式の送信信号と符号分割多重接続方式の受信信号とを分離するデュプレクサと、

第1の分離手段、第2の分離手段およびデュプレクサを集積するための1つの集積用多層基板とを備えたものである。

本発明の第1のフロントエンドモジュールでは、第1の分離手段によって、時分割多重接続方式の送信信号および受信信号と、符号分割多重接続方式の送信信号および受信信号との分離が行われる。また、第2の分離手段によって、時分割多重接続方式の送信信号と時分割多重接続方式の受信信号との分離が行われる。また、2つの弾性波素子を含むデュプレクサによって、符号分割多重接続方式の送信信号と符号分割多重接続方式の受信信号との分離が行われる。第1の分離手段、第2の分離手段およびデュプレクサは、1つの集積用多層基板によって集積されている。なお、弾性波素子とは、弾性波を利用した素子である。弾性波素子は、弾性表面波を利用する弾性表面波素子でもよいし、バルク弾性波を利用するバルク弾性波素子でもよい。

本発明の第1のフロントエンドモジュールは、更に、第2の分離手段に接続され、時分割多重接続方式の送信信号を通過させるフィルタと、第2の分離手段に接続され、時分割多重接続方式の受信信号を通過させるフィルタと、デュプレクサに接続され、符号分割多重接続方式の受信信号を通過させるフィルタとを備え、集積用多層基板は、更に各フィルタも集積してもよい。

また、本発明の第1のフロントエンドモジュールは、更に、時分割多重接続方式の送信信号を増幅する電力増幅器と、符号分割多重接続方式の送信信号を増幅する電力増幅器とを備え、集積用多層基板は、更に各電力増幅器も集積してもよい。

また、本発明の第1のフロントエンドモジュールは、更に、アンテナを備え、

集積用多層基板は、更にアンテナも集積してもよい。

また、本発明の第1のフロントエンドモジュールにおいて、デュプレクサは、弾性波素子を含む1つまたは2つのチップと、このチップが実装された実装基板とを有し、実装基板は弾性波素子以外のデュプレクサの構成部分を含み、デュプレクサは集積用多層基板に搭載されていてもよい。

また、本発明の第1のフロントエンドモジュールにおいて、デュプレクサは、弾性波素子を含み集積用多層基板に搭載された1つまたは2つのチップを有し、弾性波素子以外のデュプレクサの構成部分は集積用多層基板に含まれていてもよい。

また、本発明の第1のフロントエンドモジュールにおいて、デュプレクサは、弾性波素子を含む1つまたは2つのチップと、このチップが実装された1つまたは2つの実装基板とを有し、チップおよび実装基板は集積用多層基板に搭載され、弾性波素子以外のデュプレクサの構成部分は集積用多層基板に含まれていてもよい。

本発明の第2のフロントエンドモジュールは、第1の周波数帯域に含まれる時分割多重接続方式の第1の送信信号および第1の受信信号と、第2の周波数帯域に含まれる時分割多重接続方式の第2の送信信号および第2の受信信号と、第3の周波数帯域に含まれる符号分割多重接続方式の第3の送信信号および第3の受信信号とを処理するためのモジュールである。

本発明の第2のフロントエンドモジュールは、

アンテナに接続され、第1の送信信号および第1の受信信号と、第2の送信信号および第2の受信信号と、第3の送信信号および第3の受信信号とを分離する第1の分離手段と、

第1の分離手段に接続され、第1の送信信号と第1の受信信号とを分離する第2の分離手段と、

第1の分離手段に接続され、第2の送信信号と第2の受信信号とを分離する第3の分離手段と、

第1の分離手段に接続され、それぞれフィルタとして機能する2つの弾性波素子を含み、第3の送信信号と第3の受信信号とを分離するデュプレクサと、

第1の分離手段、第2の分離手段、第3の分離手段およびデュプレクサを集積するための1つの集積用多層基板とを備えている。

本発明の第2のフロントエンドモジュールでは、第1の分離手段によって、第1の送信信号および第1の受信信号と、第2の送信信号および第2の受信信号と、第3の送信信号および第3の受信信号との分離が行われる。また、第2の分離手段によって、第1の送信信号と第1の受信信号との分離が行われる。また、第3の分離手段によって、第2の送信信号と第2の受信信号との分離が行われる。また、2つの弾性波素子を含むデュプレクサによって、第3の送信信号と第3の受信信号との分離が行われる。第1の分離手段、第2の分離手段、第3の分離手段およびデュプレクサは、1つの集積用多層基板によって集積されている。

本発明の第2のフロントエンドモジュールは、更に、第2の分離手段に接続され、第1の送信信号を通過させるフィルタと、第2の分離手段に接続され、第1の受信信号を通過させるフィルタと、第3の分離手段に接続され、第2の送信信号を通過させるフィルタと、第3の分離手段に接続され、第2の受信信号を通過させるフィルタと、デュプレクサに接続され、第3の受信信号を通過させるフィルタとを備え、集積用多層基板は、更に各フィルタも集積してもよい。

また、本発明の第2のフロントエンドモジュールは、更に、第1の送信信号を増幅する電力増幅器と、第2の送信信号を増幅する電力増幅器と、第3の送信信号を増幅する電力増幅器とを備え、集積用多層基板は、更に各電力増幅器も集積してもよい。

また、本発明の第2のフロントエンドモジュールは、更に、アンテナを備え、集積用多層基板は、更にアンテナも集積してもよい。

また、本発明の第2のフロントエンドモジュールにおいて、デュプレクサは、弾性波素子を含む1つまたは2つのチップと、このチップが実装された実装基板とを有し、実装基板は弾性波素子以外のデュプレクサの構成部分を含み、デュプレクサは集積用多層基板に搭載されていてもよい。

また、本発明の第2のフロントエンドモジュールにおいて、デュプレクサは、弾性波素子を含み集積用多層基板に搭載された1つまたは2つのチップを有し、弾性波素子以外のデュプレクサの構成部分は集積用多層基板に含まれていてもよい。

い。

また、本発明の第2のフロントエンドモジュールにおいて、デュプレクサは、弾性波素子を含む1つまたは2つのチップと、このチップが実装された1つまたは2つの実装基板とを有し、チップおよび実装基板は集積用多層基板に搭載され、弾性波素子以外のデュプレクサの構成部分は集積用多層基板に含まれていてもよい。

本発明の第3のフロントエンドモジュールは、第1の周波数帯域に含まれる時分割多重接続方式の第1の送信信号および第1の受信信号と、第2の周波数帯域に含まれる時分割多重接続方式の第2の送信信号および第2の受信信号と、第3の周波数帯域に含まれる符号分割多重接続方式の第3の送信信号および第3の受信信号と、第4の周波数帯域に含まれる符号分割多重接続方式の第4の送信信号および第4の受信信号とを処理するためのモジュールである。

本発明の第3のフロントエンドモジュールは、

アンテナに接続され、第1の送信信号および第1の受信信号と、第2の送信信号および第2の受信信号と、第3の送信信号および第3の受信信号と、第4の送信信号および第4の受信信号とを分離する第1の分離手段と、

第1の分離手段に接続され、第1の送信信号と第1の受信信号とを分離する第2の分離手段と、

第1の分離手段に接続され、第2の送信信号と第2の受信信号とを分離する第3の分離手段と、

第1の分離手段に接続され、それぞれフィルタとして機能する2つの第1の弾性波素子を含み、第3の送信信号と第3の受信信号とを分離する第1のデュプレクサと、

第1の分離手段に接続され、それぞれフィルタとして機能する2つの第2の弾性波素子を含み、第4の送信信号と第4の受信信号とを分離する第2のデュプレクサと、

第1の分離手段、第2の分離手段、第3の分離手段、第1のデュプレクサおよび第2のデュプレクサを集積するための1つの集積用多層基板とを備えている。

本発明の第3のフロントエンドモジュールでは、第1の分離手段によって、第

1の送信信号および第1の受信信号と、第2の送信信号および第2の受信信号と、第3の送信信号および第3の受信信号と、第4の送信信号および第4の受信信号との分離が行われる。また、第2の分離手段によって、第1の送信信号と第1の受信信号との分離が行われる。また、第3の分離手段によって、第2の送信信号と第2の受信信号との分離が行われる。また、2つの第1の弾性波素子を含む第1のデュプレクサによって、第3の送信信号と第3の受信信号との分離が行われる。また、2つの第2の弾性波素子を含む第2のデュプレクサによって、第4の送信信号と第4の受信信号との分離が行われる。第1の分離手段、第2の分離手段、第3の分離手段、第1のデュプレクサおよび第2のデュプレクサは、1つの集積用多層基板によって集積されている。

本発明の第3のフロントエンドモジュールは、更に、第2の分離手段に接続され、第1の送信信号を通過させるフィルタと、第2の分離手段に接続され、第1の受信信号を通過させるフィルタと、第3の分離手段に接続され、第2の送信信号を通過させるフィルタと、第3の分離手段に接続され、第2の受信信号を通過させるフィルタと、第1のデュプレクサに接続され、第3の受信信号を通過させるフィルタと、第2のデュプレクサに接続され、第4の受信信号を通過させるフィルタとを備え、集積用多層基板は、更に各フィルタも集積してもよい。

また、本発明の第3のフロントエンドモジュールは、更に、第1の送信信号を増幅する電力増幅器と、第2の送信信号を増幅する電力増幅器と、第3の送信信号を増幅する電力増幅器と、第4の送信信号を増幅する電力増幅器とを備え、集積用多層基板は、更に各電力増幅器も集積してもよい。

また、本発明の第3のフロントエンドモジュールは、更に、アンテナを備え、集積用多層基板は、更にアンテナも集積してもよい。

また、本発明の第3のフロントエンドモジュールにおいて、

第1のデュプレクサは、第1の弾性波素子を含む1つまたは2つの第1のチップと、第1のチップが実装された第1の実装基板とを有し、第1の実装基板は第1の弾性波素子以外の第1のデュプレクサの構成部分を含み、

第2のデュプレクサは、第2の弾性波素子を含む1つまたは2つの第2のチップと、第2のチップが実装された第2の実装基板とを有し、第2の実装基板は第

2の弾性波素子以外の第2のデュプレクサの構成部分を含み、

第1のデュプレクサおよび第2のデュプレクサは集積用多層基板に搭載されていてもよい。

また、本発明の第3のフロントエンドモジュールにおいて、

第1のデュプレクサは、第1の弾性波素子を含み集積用多層基板に搭載された1つまたは2つの第1のチップを有し、

第2のデュプレクサは、第2の弾性波素子を含み集積用多層基板に搭載された1つまたは2つの第2のチップを有し、

第1の弾性波素子以外の第1のデュプレクサの構成部分および第2の弾性波素子以外の第2のデュプレクサの構成部分は集積用多層基板に含まれていてもよい。

また、本発明の第3のフロントエンドモジュールにおいて、

第1のデュプレクサは、第1の弾性波素子を含む1つまたは2つの第1のチップと、第1のチップが実装された1つまたは2つの第1の実装基板とを有し、第1のチップおよび第1の実装基板は集積用多層基板に搭載され、

第2のデュプレクサは、第2の弾性波素子を含む1つまたは2つの第2のチップと、第2のチップが実装された1つまたは2つの第2の実装基板とを有し、第2のチップおよび第2の実装基板は集積用多層基板に搭載され、

第1の弾性波素子以外の第1のデュプレクサの構成部分および第2の弾性波素子以外の第2のデュプレクサの構成部分は集積用多層基板に含まれていてもよい。

本発明の第1の高周波機能モジュールは、

それぞれフィルタとして機能する2つの弾性波素子を含み、送信信号と受信信号とを分離するデュプレクサと、

デュプレクサを集積するための1つの集積用多層基板とを備え、

デュプレクサは、弾性波素子を含み集積用多層基板に搭載された1つまたは2つのチップを有し、

弾性波素子以外のデュプレクサの構成部分およびデュプレクサに接続される回路のうちの少なくとも一部は、集積用多層基板に含まれているものである。

本発明の第 1 の高周波機能モジュールでは、デュプレクサは、弾性波素子を含み集積用多層基板に搭載されたチップを有し、弾性波素子以外のデュプレクサの構成部分およびデュプレクサに接続される回路のうちの少なくとも一部は、集積用多層基板に含まれている。

本発明の第 2 の高周波機能モジュールは、
それぞれフィルタとして機能する 2 つの弾性波素子を含み、送信信号と受信信号とを分離するデュプレクサと、
デュプレクサを集積するための 1 つの集積用多層基板とを備え、
デュプレクサは、弾性波素子を含む 1 つまたは 2 つのチップと、このチップが実装された 1 つまたは 2 つの実装基板とを有し、
チップおよび実装基板は集積用多層基板に搭載され、
弾性波素子以外のデュプレクサの構成部分およびデュプレクサに接続される回路のうちの少なくとも一部は、集積用多層基板に含まれているものである。

本発明の第 2 の高周波機能モジュールでは、デュプレクサは、弾性波素子を含むチップと、チップが実装された実装基板とを有し、チップおよび実装基板は集積用多層基板に搭載されている。また、弾性波素子以外のデュプレクサの構成部分およびデュプレクサに接続される回路のうちの少なくとも一部は、集積用多層基板に含まれている。

なお、本発明において、高周波機能モジュールとは、少なくともデュプレクサを含むモジュールであって、送信信号および受信信号を含む高周波信号を処理する機能を有するモジュールを言う。

本発明のその他の目的、特徴および利益は、以下の説明を以って十分明白になるであろう。

図面の簡単な説明

図 1 は、本発明の第 1 の実施の形態に係るフロントエンドモジュールを含む携帯電話の高周波回路の一例を示すブロック図である。

図 2 は、図 1 におけるダイプレクサの回路構成の一例を示す回路図である。

図 3 は、図 1 における高周波スイッチの回路構成の一例を示す回路図である。

図4は、図1におけるデュプレクサの回路構成の一例を示すブロック図である。

図5は、図1におけるデュプレクサおよびそれに接続される整合回路の回路構成の一例を示す回路図である。

図6は、図1におけるローパスフィルタの回路構成の一例を示す回路図である。

図7は、図1におけるカプラの回路構成の一例を示す回路図である。

図8は、図1における電力増幅器の回路構成の一例を示す回路図である。

図9は、図1におけるデュプレクサの構造の第1の例を示す断面図である。

図10は、図1におけるデュプレクサの構造の第2の例を示す断面図である。

図11は、図1におけるデュプレクサの構造の第3の例を示す断面図である。

図12は、本発明の第1の実施の形態における第1の変形例のフロントエンドモジュールを含む携帯電話の高周波回路を示すブロック図である。

図13は、本発明の第1の実施の形態における第2の変形例のフロントエンドモジュールを含む携帯電話の高周波回路を示すブロック図である。

図14は、本発明の第1の実施の形態における第3の変形例のフロントエンドモジュールを含む携帯電話の高周波回路を示すブロック図である。

図15は、図14に示したフロントエンドモジュールにおける電力増幅器の配置の一例を示す断面図である。

図16は、本発明の第2の実施の形態に係るフロントエンドモジュールを含む携帯電話の高周波回路の一例を示すブロック図である。

図17は、本発明の第2の実施の形態における第1の変形例のフロントエンドモジュールを含む携帯電話の高周波回路を示すブロック図である。

図18は、図17に示したフロントエンドモジュールの構造の一例を示す平面図である。

図19は、図18に示したフロントエンドモジュールのA-A線断面図である。

図20は、本発明の第2の実施の形態における第2の変形例のフロントエンドモジュールを含む携帯電話の高周波回路を示すブロック図である。

図 2 1 は、本発明の第 3 の実施の形態に係るフロントエンドモジュールを含む携帯電話の高周波回路の一例を示すブロック図である。

図 2 2 は、本発明の第 3 の実施の形態における第 1 の変形例のフロントエンドモジュールを含む携帯電話の高周波回路を示すブロック図である。

図 2 3 は、本発明の第 3 の実施の形態における第 2 の変形例のフロントエンドモジュールを含む携帯電話の高周波回路を示すブロック図である。

図 2 4 は、本発明の第 4 の実施の形態におけるアンテナの構造の第 1 の例を示す斜視図である。

図 2 5 は、本発明の第 4 の実施の形態におけるアンテナの構造の第 2 の例を示す斜視図である。

図 2 6 は、本発明の第 5 の実施の形態に係るフロントエンドモジュールを含む携帯電話の高周波回路の一例を示すブロック図である。

図 2 7 は、図 2 6 におけるデュプレクサを示すブロック図である。

好適な実施の形態の詳細な説明

以下、本発明の実施の形態について図面を参照して詳細に説明する。

[第 1 の実施の形態]

始めに、本発明の第 1 の実施の形態に係るフロントエンドモジュールについて説明する。本実施の形態に係るフロントエンドモジュールは、時分割多重接続方式である GSM 方式と符号分割多重接続方式である W-CDMA 方式とに対応し、これらの各方式の送信信号および受信信号を処理するモジュールである。GSM 方式の送信信号の周波数帯域は 880MHz ~ 915MHz である。GSM 方式の受信信号の周波数帯域は 925MHz ~ 960MHz である。W-CDMA 方式の送信信号の周波数帯域は 1920MHz ~ 1990MHz である。W-CDMA 方式の受信信号の周波数帯域は 2110MHz ~ 2180MHz である。

まず、図 1 を参照して、本実施の形態に係るフロントエンドモジュールを含む携帯電話の高周波回路の一例について説明する。図 1 に示した高周波回路は、アンテナ 1 と、このアンテナ 1 に接続された本実施の形態に係るフロントエンドモジュール 2 A と、主に信号の変調および復調を行う集積回路 3 A とを備えている

。高周波回路は、更に、GSM方式用の2つの電圧制御発振器（図ではGSM VCOと記す。）4G、5Gと、W-CDMA方式用の電圧制御発振器（図ではW-CDMA VCOと記す。）6Wとを備えている。これらの電圧制御発振器4G、5G、6Wは集積回路3Aに接続されている。

高周波回路は、更に、入力端がフロントエンドモジュール2Aに接続され、出力端が集積回路3Aに接続されたバンドパスフィルタ（図ではBPFと記す。）25Gと、入力端がフロントエンドモジュール2Aに接続されたローノイズアンプ（図ではLNAと記す。）36Wと、入力端がローノイズアンプ36Wの出力端に接続され、出力端が集積回路3Aに接続されたバンドパスフィルタ37Wとを備えている。バンドパスフィルタ25G、37Wは、それぞれ弾性波素子を用いて構成されている。

高周波回路は、更に、入力端が集積回路3Aに接続された電力増幅器（図ではPAと記す。）21Gと、入力端が電力増幅器21Gの出力端に接続されたカプラ22Gと、カプラ22Gの出力に基づいて、電力増幅器21Gの出力利得が一定になるように電力増幅器21Gを制御する自動出力制御回路（図ではAPCと記す。）23Gと、入力端がカプラ22Gの出力端に接続され、出力端がフロントエンドモジュール2Aに接続されたローパスフィルタ（図ではLPFと記す。）24Gとを備えている。

高周波回路は、更に、入力端が集積回路3Aに接続されたバンドパスフィルタ31Wと、入力端がバンドパスフィルタ31Wの出力端に接続された電力増幅器32Wと、入力端が電力増幅器32Wの出力端に接続されたカプラ33Wと、カプラ33Wの出力に基づいて、電力増幅器32Wの出力利得が一定になるように電力増幅器32Wを制御する自動出力制御回路34Wと、入力端がカプラ33Wの出力端に接続され、出力端がフロントエンドモジュール2Aに接続されたアイソレータ35Wとを備えている。バンドパスフィルタ31Wは弾性波素子を用いて構成されている。

次に、フロントエンドモジュール2Aについて詳しく説明する。フロントエンドモジュール2Aは、ダイプレクサ11Aと、高周波スイッチ12Gと、デュプレクサ13Wとを備えている。ダイプレクサ11Aは、第1ないし第3のポート

を有している。第１のポートはアンテナ１に接続されている。第２のポートはＧＳＭ方式の信号を入出力するようになっている。第３のポートはＷ－ＣＤＭＡ方式の信号を入出力するようになっている。

ダイプレクサ１１Ａの第２のポートは、高周波スイッチ１２Ｇの可動接点に接続されている。高周波スイッチ１２Ｇの２つの固定接点のうちの一方の固定接点（符号Ｒを付した固定接点）はバンドパスフィルタ２５Ｇの入力端に接続されている。高周波スイッチ１２Ｇの他方の固定接点（符号Ｔを付した固定接点）はローパスフィルタ２４Ｇの出力端に接続されている。ダイプレクサ１１Ａの第３のポートはデュプレクサ１３Ｗに接続されている。

デュプレクサ１３Ｗは、共通端子と受信端子（符号Ｒを付した端子）と送信端子（符号Ｔを付した端子）とを有している。デュプレクサ１３Ｗの共通端子は、ダイプレクサ１１Ａの第３のポートに接続されている。デュプレクサ１３Ｗの受信端子は、ローノイズアンプ３６Ｗの入力端に接続されている。デュプレクサ１３Ｗの送信端子は、アイソレータ３５Ｗの出力端に接続されている。

ダイプレクサ１１Ａは、信号の周波数に応じて、ＧＳＭ方式の送信信号および受信信号と、Ｗ－ＣＤＭＡ方式の送信信号および受信信号とを分離する。具体的に説明すると、ダイプレクサ１１Ａは、第２のポートに入力されたＧＳＭ方式の送信信号と第３のポートに入力されたＷ－ＣＤＭＡ方式の送信信号を第１のポートより出力すると共に、第１のポートに入力されたＧＳＭ方式の受信信号を第２のポートより出力し、第１のポートに入力されたＷ－ＣＤＭＡ方式の受信信号を第３のポートより出力する。ダイプレクサ１１Ａは、本発明における第１の分離手段に対応する。

高周波スイッチ１２Ｇは、ＧＳＭ方式の送信信号とＧＳＭ方式の受信信号とを分離する。具体的に説明すると、高周波スイッチ１２Ｇは、可動接点に入力されたＧＳＭ方式の受信信号（図では、ＧＳＭ／ＲＸと記す。）を一方の固定接点より出力し、他方の固定接点に入力されたＧＳＭ方式の送信信号（図では、ＧＳＭ／ＴＸと記す。）を可動接点より出力する。高周波スイッチ１２Ｇは、本発明における第２の分離手段に対応する。

デュプレクサ１３Ｗは、周波数の違いによって、Ｗ－ＣＤＭＡ方式の送信信号

とW-CDMA方式の受信信号とを分離する。具体的に説明すると、デュプレクサ13Wは、共通端子に入力されたW-CDMA方式の受信信号（図では、WCDMA/RXと記す。）を受信端子より出力し、送信端子に入力されたW-CDMA方式の送信信号（図では、WCDMA/TXと記す。）を共通端子より出力する。

次に、集積回路3Aについて説明する。集積回路3Aは、同相成分信号（以下、I信号と記す。）と直交成分信号（以下、Q信号と記す。）からなるベースバンドの入力信号を入力すると共に、I信号とQ信号からなるベースバンドの出力信号を出力するようになっている。

集積回路3Aは、入力端がバンドパスフィルタ25Gの出力端に接続されたミキサ42Gと、入力端がミキサ42Gの出力端に接続された増幅器43Gと、入力端がバンドパスフィルタ37Wの出力端に接続されたミキサ42Wと、入力端がミキサ42Wの出力端に接続された増幅器43Wと、出力端が電力増幅器21Gの入力端に接続されたミキサ41Gと、出力端がバンドパスフィルタ31Wの入力端に接続されたミキサ41Wと備えている。ミキサ42Gは電圧制御発振器5Gに接続されている。ミキサ42Wは電圧制御発振器6Wに接続されている。ミキサ41Gは電圧制御発振器4Gに接続されている。ミキサ41Wは電圧制御発振器6Wに接続されている。

集積回路3Aは、更に、GSM方式用の位相同期化ループ回路（図ではGSM PLLと記す。）44Gと、W-CDMA方式用の位相同期化ループ回路（図ではW-CDMA PLLと記す。）45Wとを備えている。位相同期化ループ回路44Gは、電圧制御発振器4G、5Gに接続されている。位相同期化ループ回路45Wは、電圧制御発振器6Wに接続されている。

ミキサ42Gは、バンドパスフィルタ25Gの出力信号に、電圧制御発振器5Gが出力する高周波信号をミックスして、高周波の受信信号をベースバンド信号に変換するようになっている。ミキサ42Wは、バンドパスフィルタ37Wの出力信号に、電圧制御発振器6Wが出力する高周波信号をミックスして、高周波の受信信号をベースバンド信号に変換するようになっている。

ミキサ41Gは、集積回路3Aに入力されたベースバンド信号に、電圧制御発

振器 4 G が出力する高周波信号をミックスして、ベースバンド信号を高周波の送信信号に変換するようになっている。ミキサ 4 1 W は、集積回路 3 A に入力されたベースバンド信号に、電圧制御発振器 6 W が出力する高周波信号をミックスして、ベースバンド信号を高周波の送信信号に変換するようになっている。

図示しないが、集積回路 3 A は、更に、入力した I 信号と Q 信号を直交変調し、変調された信号をミキサ 4 1 G, 4 1 W に送る機能と、増幅器 4 3 G, 4 3 W の出力信号を直交復調して I 信号と Q 信号とを生成し、これらを出力する機能とを備えている。なお、ミキサ 4 1 G, 4 1 W が直交変調する機能を兼ね備えていてもよいし、ミキサ 4 2 G, 4 2 W が直交復調する機能を兼ね備えていてもよい。

高周波スイッチ 1 2 G より出力される GSM 方式の受信信号は、バンドパスフィルタ 2 5 G を通過してミキサ 4 2 G に入力されるようになっている。デュプレクサ 1 3 W より出力される W-CDMA 方式の受信信号は、ローノイズアンプ 3 6 W およびバンドパスフィルタ 3 7 W を通過してミキサ 4 2 W に入力されるようになっている。ミキサ 4 1 G の出力信号は、電力増幅器 2 1 G、カプラ 2 2 G およびローパスフィルタ 2 4 G を通過して高周波スイッチ 1 2 G に入力されるようになっている。ミキサ 4 1 W の出力信号は、バンドパスフィルタ 3 1 W、電力増幅器 3 2 W、カプラ 3 3 W およびアイソレータ 3 5 W を通過してデュプレクサ 1 3 W に入力されるようになっている。

次に、図 2 を参照して、ダイプレクサ 1 1 A の回路構成の一例について説明する。図 2 に示したダイプレクサ 1 1 A は、第 1 ないし第 3 のポート 1 1 1, 1 1 2, 1 1 3 を有している。第 1 のポート 1 1 1 はアンテナ 1 に接続されるようになっている。第 2 のポート 1 1 2 は GSM 方式の信号を入出力するようになっている。第 3 のポート 1 1 3 は W-CDMA 方式の信号を入出力するようになっている。ダイプレクサ 1 1 A は、更に、一端が第 1 のポート 1 1 1 に接続されたキャパシタ 1 1 4 と、一端がキャパシタ 1 1 4 の他端に接続されたインダクタ 1 1 5 と、一端がインダクタ 1 1 5 の他端に接続され、他端が第 2 のポート 1 1 2 に接続されたインダクタ 1 1 6 と、一端がインダクタ 1 1 5 の他端に接続され、他端が第 2 のポート 1 1 2 に接続されたキャパシタ 1 1 7 と、一端がインダクタ 1

15の他端に接続され、他端が接地されたキャパシタ118と、一端が第2のポート112に接続され、他端が接地されたキャパシタ119とを有している。インダクタ115, 116およびキャパシタ117, 118, 119は、GSM方式の送信信号および受信信号を通過させるローパスフィルタ(LPF)を構成している。

ダイプレクサ11Aは、更に、一端がキャパシタ114の他端に接続されたキャパシタ120と、一端がキャパシタ120の他端に接続され、他端が第3のポート113に接続されたキャパシタ121と、一端がキャパシタ120の他端に接続されたキャパシタ122と、一端がキャパシタ122の他端に接続され、他端が接地されたインダクタ123とを有している。キャパシタ120, 121, 122およびインダクタ123は、W-CDMA方式の送信信号および受信信号を通過させるハイパスフィルタ(HPF)を構成している。

次に、図3を参照して、高周波スイッチ12Gの回路構成の一例について説明する。図3に示した高周波スイッチ12Gは、可動接点131と、2つの固定接点132, 133と、2つの制御端子134, 135とを有している。固定接点132は、図1において記号Tを付した固定接点である。固定接点133は、図1において記号Rを付した固定接点である。高周波スイッチ12Gは、更に、一端が可動接点131に接続されたキャパシタ136と、カソードがキャパシタ136の他端に接続されたダイオード137と、一端がダイオード137のアノードに接続され、他端が固定接点132に接続されたキャパシタ138と、一端がダイオード137のアノードに接続され、他端が制御端子134に接続されたインダクタ139と、一端が制御端子134に接続され、他端が接地されたキャパシタ140とを有している。

高周波スイッチ12Gは、更に、一端がキャパシタ136の他端に接続されたインダクタ141と、一端がインダクタ141の他端に接続され、他端が固定接点133に接続されたキャパシタ142と、アノードがインダクタ141の他端に接続され、カソードが制御端子135に接続されたダイオード143と、一端が制御端子135に接続され、他端が接地されたキャパシタ144とを有している。

高周波スイッチ 1 2 G では、制御端子 1 3 4 に印加される制御信号がハイレベルで、制御端子 1 3 5 に印加される制御信号がローレベルのときには、2つのダイオード 1 3 7, 1 4 3 が共にオン状態となり、可動接点 1 3 1 に固定接点 1 3 2 が接続される。一方、制御端子 1 3 4 に印加される制御信号がローレベルで、制御端子 1 3 5 に印加される制御信号がハイレベルのときには、2つのダイオード 1 3 7, 1 4 3 が共にオフ状態となり、可動接点 1 3 1 に固定接点 1 3 3 が接続される。

次に、図 4 を参照して、デュプレクサ 1 3 W の回路構成の一例について説明する。図 4 に示したデュプレクサ 1 3 W は、共通端子 1 5 1 と受信端子 1 5 2 と送信端子 1 5 3 とを有している。デュプレクサ 1 3 W は、更に、一端が共通端子 1 5 1 に接続された受信側ディレーライン 1 5 4 と、入力端が受信側ディレーライン 1 5 4 の他端に接続され、出力端が受信端子 1 5 2 に接続された受信側バンドパスフィルタ（図 4 では受信側 B P F と記す。） 1 5 5 とを有している。デュプレクサ 1 3 W は、更に、一端が共通端子 1 5 1 に接続された送信側ディレーライン 1 5 6 と、出力端が送信側ディレーライン 1 5 6 の他端に接続され、入力端が送信端子 1 5 3 に接続された送信側バンドパスフィルタ（図 4 では送信側 B P F と記す。） 1 5 7 とを有している。バンドパスフィルタ 1 5 5, 1 5 7 は、いずれも弾性波素子を用いて構成されている。

受信側ディレーライン 1 5 4 は、受信端子 1 5 2 側からデュプレクサ 1 3 W を見たときに、受信信号の周波数帯域ではインピーダンスがほぼ $50\ \Omega$ となり、送信信号の周波数帯域ではインピーダンスが十分に大きくなるように、共通端子 1 5 1 と受信側バンドパスフィルタ 1 5 5 との間に挿入される。同様に、送信側ディレーライン 1 5 6 は、送信端子 1 5 3 側からデュプレクサ 1 3 W を見たときに、送信信号の周波数帯域ではインピーダンスがほぼ $50\ \Omega$ となり、受信信号の周波数帯域ではインピーダンスが十分に大きくなるように、共通端子 1 5 1 と送信側バンドパスフィルタ 1 5 7 との間に挿入される。なお、バンドパスフィルタ 1 5 5, 1 5 7 の構成によっては、受信側ディレーライン 1 5 4 と送信側ディレーライン 1 5 6 の一方のみを設ければよい場合もある。

なお、図 4 に示したデュプレクサ 1 3 W における共通端子 1 5 1、受信端子 1

52、送信端子153と、それらに接続される外部の回路との間に、それぞれ、デュプレクサ13Wと外部の回路とのインピーダンス整合を行う整合回路を設けてもよい。図5は、デュプレクサ13Wおよびそれに接続される整合回路の回路構成の一例を示す回路図である。図5に示した例におけるデュプレクサ13Wの構成は、図4に示したデュプレクサ13Wの構成と同様である。図5に示した例では、共通端子151に整合回路201が接続され、受信端子152に整合回路202が接続され、送信端子153に整合回路203が接続されている。これらの整合回路201、202、203は、フロントエンドモジュール2Aに含まれている。

整合回路201は、2つの端子204、205と、一端が端子204に接続されたインダクタ206と、一端がインダクタ206の他端に接続され、他端が端子205に接続されたインダクタ207と、一端がインダクタ206の他端に接続され、他端が接地されたキャパシタ208とを有している。端子204は、図1におけるダイプレクサ11Aの第3のポートに接続されている。端子205は、デュプレクサ13Wの共通端子151に接続されている。

整合回路202は、2つの端子211、212と、この端子211、212の間に接続されたキャパシタ213とを有している。端子211は、デュプレクサ13Wの受信端子152に接続されている。端子212は、図1におけるローノイズアンプ36Wの入力端に接続されている。

整合回路203は、2つの端子215、216と、一端が端子215に接続されたインダクタ217と、一端がインダクタ217の他端に接続され、他端が端子216に接続されたキャパシタ218と、一端がキャパシタ218の他端に接続され、他端が接地されたキャパシタ219とを有している。端子215は、デュプレクサ13Wの送信端子153に接続されている。端子216は、図1におけるアイソレータ35Wの出力端に接続されている。

次に、図6を参照して、ローパスフィルタ24Gの回路構成の一例について説明する。図6に示したローパスフィルタ24Gは、入力端子161と出力端子162とを有している。ローパスフィルタ24Gは、更に、一端が入力端子161に接続され、他端が接地されたキャパシタ163と、一端が入力端子161に接

続されたインダクタ 1 6 4 と、一端が入力端子 1 6 1 に接続され、他端がインダクタ 1 6 4 の他端に接続されたキャパシタ 1 6 5 と、一端がインダクタ 1 6 4 の他端に接続され、他端が接地されたキャパシタ 1 6 6 とを有している。ローパスフィルタ 2 4 G は、更に、一端がインダクタ 1 6 4 の他端に接続され、他端が出力端子 1 6 2 に接続されたインダクタ 1 6 7 と、一端がインダクタ 1 6 4 の他端に接続され、他端が出力端子 1 6 2 に接続されたキャパシタ 1 6 8 と、一端が出力端子 1 6 2 に接続され、他端が接地されたキャパシタ 1 6 9 とを有している。

次に、図 7 を参照して、カプラ 2 2 G の回路構成の一例について説明する。図 7 に示したカプラ 2 2 G は、入力端子 1 7 1 と、出力端子 1 7 2 と、モニタ端子 1 7 3 と、負荷接続端子 1 7 4 とを有している。カプラ 2 2 G は、更に、一端が入力端子 1 7 1 に接続され、他端がモニタ端子 1 7 3 に接続されたキャパシタ 1 7 1 と、一端が入力端子 1 7 1 に接続され、他端が出力端子 1 7 2 に接続されたインダクタ 1 7 6 と、一端がモニタ端子 1 7 3 に接続され、他端が負荷接続端子 1 7 4 に接続されたインダクタ 1 7 7 と、一端が出力端子 1 7 2 に接続され、他端が負荷接続端子 1 7 4 に接続されたキャパシタ 1 7 8 とを有している。モニタ端子 1 7 3 は、自動出力制御回路 2 3 G の入力端に接続されるようになっている。負荷接続端子 1 7 4 は、5 0 Ω の負荷を介して接地されるようになっている。なお、カプラ 3 3 W の回路構成はカプラ 2 2 G と同様である。

次に、図 8 を参照して、電力増幅器 2 1 G の回路構成の一例について説明する。図 8 に示した電力増幅器 2 1 G は、入力端子 1 8 1 と、出力端子 1 8 2 と、電源端子 1 8 3 と、接地端子 1 8 4 とを有している。電源端子 1 8 3 には、電源電圧が印加されるようになっている。

電力増幅器 2 1 G は、更に、増幅器として機能するモノリシック・マイクロウェーブ集積回路（以下、MMIC と記す。） 1 8 5 を有している。MMIC 1 8 5 の接地端は接地端子 1 8 4 に接続されている。電力増幅器 2 1 G は、更に、一端が入力端子 1 8 1 に接続され、他端が MMIC 1 8 5 の入力端に接続されたキャパシタ 1 8 6 と、一端がキャパシタ 1 8 6 の他端に接続され、他端が接地端子 1 8 4 に接続されたインダクタ 1 8 7 とを有している。キャパシタ 1 8 6 およびインダクタ 1 8 7 は、入力整合回路 1 9 5 を構成している。

電力増幅器 2 1 G は、更に、一端が MM I C 1 8 5 の出力端に接続されたキャパシタ 1 8 8 と、一端がキャパシタ 1 8 8 の他端に接続され、他端が出力端子 1 8 2 に接続されたキャパシタ 1 8 9 と、一端がキャパシタ 1 8 8 の他端に接続され、他端が接地端子 1 8 4 に接続されたインダクタ 1 9 0 と、一端が出力端子 1 8 2 に接続され、他端が接地端子 1 8 4 に接続されたインダクタ 1 9 1 とを有している。キャパシタ 1 8 8, 1 8 9 およびインダクタ 1 9 0, 1 9 1 は、出力整合回路 1 9 6 を構成している。

電力増幅器 2 1 G は、更に、それぞれ一端が電源端子 1 8 3 に接続され、他端が接地端子 1 8 4 に接続されたキャパシタ 1 9 2, 1 9 3 と、一端が電源端子 1 8 3 に接続され、他端が MM I C 1 8 5 の電源入力端に接続されたチョークコイル 1 9 4 とを有している。なお、電力増幅器 3 2 W の回路構成は、電力増幅器 2 1 G と同様である。

次に、フロントエンドモジュール 2 A の構造について説明する。フロントエンドモジュール 2 A は、ダイプレクサ 1 1 A、高周波スイッチ 1 2 G およびデュプレクサ 1 3 W を集積するための 1 つの集積用多層基板を備えている。集積用多層基板は、誘電体層と、パターン化された導体層とが交互に積層された構造になっている。フロントエンドモジュール 2 A の回路は、集積用多層基板の内部または表面上の導体層と、集積用多層基板に搭載された素子とによって構成されている。

次に、図 9 ないし図 1 1 を参照して、本実施の形態におけるデュプレクサ 1 3 W の構造の 3 つの例について順に説明する。なお、ここでは、弾性波素子として弾性表面波素子を用いた場合の例について説明するが、弾性表面波素子の代わりにバルク弾性波素子を用いてもよい。弾性表面波素子が圧電体の表面を伝播する音波（弾性表面波）を利用しているのに対し、バルク弾性波素子は、圧電体内部を伝播する音波（バルク弾性波）を利用するものである。このバルク弾性波素子のうち、特に圧電体薄膜を用いて作製されたものを薄膜バルク波素子と呼び、特に圧電体薄膜を用いて作製された共振器を薄膜バルク波共振器（Film Bulk Acoustic Resonator : F B A R）と呼ぶ。上記弾性波素子としては、上記薄膜バルク波素子を用いてもよい。この薄膜バルク波素子は、弾性表面波素子に比べて温度

特性が良好である。一般に、弾性表面波素子の温度特性が $40\text{ ppm}/^{\circ}\text{C}$ 程度であるのに対し、薄膜バルク波素子の温度特性は $20\text{ ppm}/^{\circ}\text{C}$ 程度である。従って、薄膜バルク波素子は、フィルタに要求される急峻な周波数特性を実現するのに有利である。

図9は、デュプレクサ13Wの構造の第1の例を示す断面図である。第1の例では、デュプレクサ13Wは、図4における受信側バンドパスフィルタ155に用いられる弾性表面波素子を含むチップ51と、図4における送信側バンドパスフィルタ157に用いられる弾性表面波素子を含むチップ52と、これら2つのチップ51、52が実装された実装基板53と、チップ51、52を封止するキャップ54とを有している。実装基板53は、例えば、誘電体層の材料としてセラミックを用いたセラミック多層基板になっている。実装基板53は、弾性表面波素子以外のデュプレクサ13Wの構成部分を含んでいる。例えば、デュプレクサ13Wの受信側ディレーライン154および送信側ディレーライン156は、実装基板53の内部または表面上の導体層を用いて構成されている。また、デュプレクサ13Wの共通端子151、受信端子152および送信端子153は、実装基板53の下面に配置されている。

チップ51、52は、 LiTaO_3 等の圧電材料からなる圧電基板と、この圧電基板の一方の面に形成された櫛形電極と、この櫛形電極を外部の回路に接続するための接続電極55とを有している。図9に示した例では、接続電極55は、櫛形電極と同一面上に配置されている。また、この例では、チップ51、52は、櫛形電極が実装基板53の上面に対向するように、フリップチップボンディングによって、実装基板53に実装されている。なお、チップ51、52が実装基板53に実装された状態で、櫛形電極と実装基板53の上面との間に空間が形成されるようになっている。

第1の例では、上記の構成のデュプレクサ13Wは、フロントエンドモジュール2Aの集積用多層基板20に搭載されている。集積用多層基板20は、例えば低温焼成セラミック多層基板になっている。集積用多層基板20は、デュプレクサ13W以外のフロントエンドモジュール2Aの回路を含んでいる。

図9には、第1の例におけるフロントエンドモジュール2Aの厚さの一例が示

されている。この例では、デュプレクサ 1 3 Wの実装基板 5 3の厚さが0.5 mm、デュプレクサ 1 3 Wの実装基板 5 3の上面からキャップ 5 4の上面までの部分の厚さが0.5 mm、集積用多層基板 2 0の厚さが0.8 mmとなっている。従って、この例では、フロントエンドモジュール 2 Aの厚さは、1.8 mm以上となる。

図 1 0は、デュプレクサ 1 3 Wの構造の第 2 の例を示す断面図である。第 2 の例では、デュプレクサ 1 3 Wは、第 1 の例と同様のチップ 5 1, 5 2を有している。しかし、第 2 の例では実装基板 5 3は設けられておらず、チップ 5 1, 5 2は、フロントエンドモジュール 2 Aの集積用多層基板 2 0に、直接搭載されている。チップ 5 1, 5 2は、例えば、楕形電極が集積用多層基板 2 0の上面に対向するように、フリップチップボンディングによって、集積用多層基板 2 0に実装されている。なお、チップ 5 1, 5 2が集積用多層基板 2 0に実装された状態で、楕形電極と集積用多層基板 2 0の上面との間に空間が形成されるようになっている。また、チップ 5 1, 5 2は、キャップ 5 4によって封止されている。

第 2 の例では、弾性表面波素子以外のデュプレクサ 1 3 Wの構成部分は、集積用多層基板 2 0に含まれている。例えば、デュプレクサ 1 3 Wの受信側ディレイライン 1 5 4および送信側ディレイライン 1 5 6は、集積用多層基板 2 0の内部または表面上の導体層を用いて構成されている。また、デュプレクサ 1 3 Wの共通端子 1 5 1、受信端子 1 5 2および送信端子 1 5 3は、集積用多層基板 2 0の下面に配置されている。また、集積用多層基板 2 0は、デュプレクサ 1 3 W以外のフロントエンドモジュール 2 Aの回路を含んでいる。第 2 の例のデュプレクサ 1 3 Wを含むフロントエンドモジュール 2 Aは、本発明の第 1 の高周波機能モジュールに対応する。なお、第 1 の高周波機能モジュールは、少なくともデュプレクサ 1 3 Wと集積用多層基板 2 0を含んでいればよく、フロントエンドモジュール 2 Aの一部であってもよい。第 1 の高周波機能モジュールにおける集積用多層基板 2 0は、弾性表面波素子以外のデュプレクサ 1 3 Wの構成部分およびデュプレクサ 1 3 Wに接続される回路のうちの少なくとも一部を含んでいればよい。すなわち、第 1 の高周波機能モジュールにおける集積用多層基板 2 0は、弾性表面波素子以外のデュプレクサ 1 3 Wの構成部分の一部のみを含んでいてもよく、あ

るいはデュプレクサ 1 3 Wに接続される回路の一部のみを含んでいてもよい。

図 1 0 には、第 2 の例におけるフロントエンドモジュール 2 A の厚さの一例が示されている。この例では、集積用多層基板 2 0 の上面からデュプレクサ 1 3 W のキャップ 5 4 の上面までの部分の厚さが 0. 5 mm、集積用多層基板 2 0 の厚さが 0. 8 mm となっている。従って、この例では、フロントエンドモジュール 2 A の厚さは、1. 3 mm 以上となる。

図 1 1 は、デュプレクサ 1 3 W の構造の第 3 の例を示す断面図である。第 3 の例では、デュプレクサ 1 3 W は、第 1 の例と同様のチップ 5 1, 5 2 と、これらのチップ 5 1, 5 2 が実装された 1 つまたは 2 つの実装基板 5 6 と、チップ 5 1, 5 2 を封止するキャップ 5 4 とを有している。なお、図 1 1 には、2 つのチップ 5 1, 5 2 を 1 つの実装基板 5 6 に実装した例を示しているが、チップ 5 1, 5 2 を、それぞれ別個の実装基板 5 6 に実装してもよい。

実装基板 5 6 は、単層の誘電体層と、この誘電体層の上面および下面に設けられた、パターン化された導体層と、誘電体層の側面に設けられ、誘電体層の上面に設けられた導体層と下面に設けられた導体層とを接続する導体部とを有している。チップ 5 1, 5 2 は、例えば、楕形電極が実装基板 5 6 の上面に対向するように、フリップチップボンディングによって、実装基板 5 6 に実装されている。なお、チップ 5 1, 5 2 が実装基板 5 6 に実装された状態で、楕形電極と実装基板 5 6 の上面との間に空間が形成されるようになっている。

チップ 5 1, 5 2 および実装基板 5 6 は、フロントエンドモジュール 2 A の集積用多層基板 2 0 に搭載されている。第 3 の例では、弾性表面波素子以外のデュプレクサ 1 3 W の構成部分は、集積用多層基板 2 0 に含まれている。例えば、デュプレクサ 1 3 W の受信側ディレーライン 1 5 4 および送信側ディレーライン 1 5 6 は、集積用多層基板 2 0 の内部または表面上の導体層を用いて構成されている。また、デュプレクサ 1 3 W の共通端子 1 5 1、受信端子 1 5 2 および送信端子 1 5 3 は、集積用多層基板 2 0 の下面に配置されている。また、集積用多層基板 2 0 は、デュプレクサ 1 3 W 以外のフロントエンドモジュール 2 A の回路を含んでいる。第 3 の例のデュプレクサ 1 3 W を含むフロントエンドモジュール 2 A は、本発明の第 2 の高周波機能モジュールに対応する。なお、第 2 の高周波機能

モジュールは、少なくともデュプレクサ 1 3 W と集積用多層基板 2 0 を含んでいればよく、フロントエンドモジュール 2 A の一部であってもよい。第 2 の高周波機能モジュールにおける集積用多層基板 2 0 は、弾性表面波素子以外のデュプレクサ 1 3 W の構成部分およびデュプレクサ 1 3 W に接続される回路のうちの少なくとも一部を含んでいればよい。すなわち、第 2 の高周波機能モジュールにおける集積用多層基板 2 0 は、弾性表面波素子以外のデュプレクサ 1 3 W の構成部分の一部のみを含んでいてもよく、あるいはデュプレクサ 1 3 W に接続される回路の一部のみを含んでいてもよい。

図 1 1 には、第 3 の例におけるフロントエンドモジュール 2 A の厚さの一例が示されている。この例では、集積用多層基板 2 0 の上面からデュプレクサ 1 3 W のキャップ 5 4 の上面までの部分の厚さが 0.7 mm、集積用多層基板 2 0 の厚さが 0.8 mm となっている。従って、この例では、フロントエンドモジュール 2 A の厚さは、1.5 mm 以上となる。

以上説明したように、本実施の形態に係るフロントエンドモジュール 2 A では、ダイプレクサ 1 1 A と、高周波スイッチ 1 2 G と、2 つの弾性波素子を含むデュプレクサ 1 3 W とを、1 つの集積用多層基板 2 0 によって集積している。弾性波素子を含むデュプレクサ 1 3 W は、同軸誘電体形のデュプレクサに比べて、小型および軽量であると共に、複合化および集積化が容易である。従って、本実施の形態によれば、時分割多重接続方式（GSM 方式）と符号分割多重接続方式（WCDMA 方式）とに対応可能で、且つ、小型軽量化、複合化および集積化が容易なフロントエンドモジュール 2 A を実現することができる。

また、本実施の形態によれば、弾性波素子を含むデュプレクサ 1 3 W を、ダイプレクサ 1 1 A および高周波スイッチ 1 2 G と一体化することにより、デュプレクサ 1 3 W とその周辺回路とのインピーダンス整合を最適化することが可能になる。従って、本実施の形態によれば、フロントエンドモジュール 2 A の性能を向上させることも可能になる。

ところで、デュプレクサ 1 3 W では、共通端子 1 5 1、受信端子 1 5 2、送信端子 1 5 3 の各インピーダンスは、通過帯域内の周波数に対しては、挿入損失が最小になるよう 50 Ω に設定され、阻止帯域内の周波数に対しては、減衰が大き

くなるように大きな値に設定される。そのため、弾性波素子と、弾性波素子以外の構成部分（ディレーライン154，156や整合回路）とを含むデュプレクサ13W全体で、特性を最適化する必要がある。

図9に示したデュプレクサ13Wの構造の第1の例では、それぞれ弾性波素子を含むチップ51，52と、弾性波素子以外のデュプレクサ13Wの構成部分を含む実装基板53とが一体化されている。そのため、第1の例では、デュプレクサ13Wを、フロントエンドモジュール2Aにおける他の構成要素から独立した状態で製造することができる。従って、第1の例では、特性が最適化された状態のデュプレクサ13Wを、集積用多層基板20に搭載することができる。しかし、第1の例では、フロントエンドモジュール2Aの厚さが大きくなってしまいうという不具合がある。

図10に示したデュプレクサ13Wの構造の第2の例では、弾性波素子以外のデュプレクサ13Wの構成部分は集積用多層基板20に設けられ、それぞれ弾性波素子を含むチップ51，52は集積用多層基板20に搭載されている。この第2の例によれば、フロントエンドモジュール2Aの厚さを小さくすることができる。また、第2の例によれば、デュプレクサ13W全体で特性が最適になるように、チップ51，52の特性と、集積用多層基板20に設けられた、弾性波素子以外のデュプレクサ13Wの構成部分の特性とを設計し、設計通りのチップ51，52および集積用多層基板20を使用することによって、デュプレクサ13W全体の特性を最適化することが可能になる。

ところで、ベアチップの状態であるチップ51，52の特性を測定するにはプローブを用いる必要がある。しかし、プローブ自体が高周波特性を持つため、チップ51，52の高周波特性を正確に測定することは難しい。そのため、ある割合で不良品のチップ51，52が集積用多層基板20に搭載されるという不具合がある。不良品のチップ51，52が集積用多層基板20に搭載されると、デュプレクサ13W以外のフロントエンドモジュール2Aの構成部分の特性が良好であっても、フロントエンドモジュール2A全体が不良品になってしまう。そのため、第2の例では、フロントエンドモジュール2Aの歩留まりが低くなるという不具合がある。

図11に示したデュプレクサ13Wの構造の第3の例では、それぞれ弾性波素子を含むチップ51、52は実装基板56に実装されている。従って、チップ51、52および実装基板56は、パッケージ化された1つの部品を構成している。また、第3の例では、弾性波素子以外のデュプレクサ13Wの構成部分は集積用多層基板20に設けられ、チップ51、52および実装基板56は、集積用多層基板20に搭載されている。チップ51、52および実装基板56によって構成された部品については、プローブを用いることなく、通常の部品を測定するための治具を用いて正確に特性を測定することができる。従って、第3の例によれば、良品のチップ51、52および実装基板56のみを集積用多層基板20に搭載することができ、その結果、フロントエンドモジュール2Aの歩留まりを向上させることができる。また、第3の例によれば、実装基板56は薄くてもよいため、フロントエンドモジュール2Aの厚さを小さくすることもできる。

以下、本実施の形態に係るフロントエンドモジュール2Aの3つの変形例について説明する。

図12は、第1の変形例のフロントエンドモジュール2Aを含む携帯電話の高周波回路を示すブロック図である。第1の変形例のフロントエンドモジュール2Aは、図1におけるダイプレクサ11Aの代わりに高周波スイッチ14を備え、図1における高周波スイッチ12Gの代わりにデュプレクサ15を備えている。高周波スイッチ14の可動接点はアンテナ1に接続されている。高周波スイッチ14の2つの固定接点のうちの一方の固定接点（符号GSMを付した固定接点）はデュプレクサ15の共通端子に接続されている。高周波スイッチ14の他方の固定接点（符号W-CDMAを付した固定接点）はデュプレクサ13Wの共通端子に接続されている。

デュプレクサ15の受信端子（符号Rを付した端子）は、バンドパスフィルタ25Gの入力端に接続されている。デュプレクサ15の送信端子（符号Tを付した端子）は、ローパスフィルタ24Gの出力端に接続されている。

高周波スイッチ14の回路構成は高周波スイッチ12Gと同様である。高周波スイッチ14は、本発明における第1の分離手段に対応する。デュプレクサ15の回路構成は、デュプレクサ13Wと同様である。デュプレクサ15は、本発明

における第2の分離手段に対応する。第1の変形例のフロントエンドモジュール2Aのその他の構成は、図1に示したフロントエンドモジュール2Aと同様である。

このように、第1の分離手段は、ダイプレクサ11Aでもよいし、高周波スイッチ14でもよい。また、第2の分離手段は、高周波スイッチ12Gでもよいし、デュプレクサ15でもよい。従って、第1の分離手段としてダイプレクサ11Aを用い、第2の分離手段としてデュプレクサ15を用いてもよい。また、第1の分離手段として高周波スイッチ14を用い、第2の分離手段として高周波スイッチ12Gを用いてもよい。

図13は、第2の変形例のフロントエンドモジュール2Aを含む携帯電話の高周波回路を示すブロック図である。第2の変形例のフロントエンドモジュール2Aは、図1に示したフロントエンドモジュール2Aの構成要素に加え、GSM方式の送信信号を通過させるカプラ22Gおよびローパスフィルタ24Gと、GSM方式の受信信号を通過させるバンドパスフィルタ25Gと、W-CDMA方式の受信信号を通過させるバンドパスフィルタ37Wとを備えている。また、第2の変形例では、集積用多層基板20は、図1に示したフロントエンドモジュール2Aの構成要素に加え、新たに加えられた上記の各構成要素も集積している。

第2の変形例のフロントエンドモジュール2Aのその他の構成は、図1に示したフロントエンドモジュール2Aと同様である。第2の変形例によれば、フロントエンドモジュール2Aに新たに加えられた上記の各構成要素も含めて、フロントエンドモジュール2A全体の特性の最適化を図ることができる。

なお、第2の変形例のフロントエンドモジュール2Aにおいて、ダイプレクサ11Aの代わりに高周波スイッチ14を用いてもよいし、高周波スイッチ12Gの代わりにデュプレクサ15を用いてもよい。

図14は、第3の変形例のフロントエンドモジュール2Aを含む携帯電話の高周波回路を示すブロック図である。第3の変形例のフロントエンドモジュール2Aは、図1に示したフロントエンドモジュール2Aの構成要素に加え、電力増幅器21G、カプラ22G、自動出力制御回路23G、ローパスフィルタ24G、バンドパスフィルタ25G、バンドパスフィルタ31W、電力増幅器32W、カ

プラ 3 3 W、自動出力制御回路 3 4 W、アイソレータ 3 5 W、ローノイズアンプ 3 6 Wおよびバンドパスフィルタ 3 7 Wを備えている。また、第 3 の変形例では、集積用多層基板 2 0 は、図 1 に示したフロントエンドモジュール 2 A の構成要素に加え、新たに加えられた上記の各構成要素も集積している。

第 3 の変形例のフロントエンドモジュール 2 A のその他の構成は、図 1 に示したフロントエンドモジュール 2 A と同様である。第 3 の変形例によれば、フロントエンドモジュール 2 A に新たに加えられた上記の各構成要素も含めて、フロントエンドモジュール 2 A 全体の特性の最適化を図ることができる。

なお、第 3 の変形例のフロントエンドモジュール 2 A において、ダイプレクサ 1 1 A の代わりに高周波スイッチ 1 4 を用いてもよいし、高周波スイッチ 1 2 G の代わりにデュプレクサ 1 5 を用いてもよい。

図 1 5 は、第 3 の変形例のフロントエンドモジュール 2 A における電力増幅器 2 1 G の配置の一例を示す断面図である。この例では、電力増幅器 2 1 G の MM I C 1 8 5 は集積用多層基板 2 0 に搭載されている。電力増幅器 2 1 G の入力整合回路 1 9 5 および出力整合回路 1 9 6 は、集積用多層基板 2 0 の内部または表面上の導体層を用いて構成されている。図示しないが、電力増幅器 2 1 G のキャパシタ 1 9 2, 1 9 3 およびチョークコイル 1 9 4 は集積用多層基板 2 0 に搭載されている。また、集積用多層基板 2 0 における MM I C 1 8 5 が搭載される面とは反対側の面には、MM I C 1 8 5 が発生する熱を放散させるための導体層 1 9 7 が形成されている。集積用多層基板 2 0 には、更に、MM I C 1 8 5 が発生する熱を導体層 1 9 7 に導くために MM I C 1 8 5 の下面と導体層 1 9 7 を接続する複数のビアホール 1 9 8 が形成されている。なお、電力増幅器 3 2 W の配置も、電力増幅器 2 1 G と同様である。

[第 2 の実施の形態]

次に、本発明の第 2 の実施の形態に係るフロントエンドモジュールについて説明する。本実施の形態に係るフロントエンドモジュールは、時分割多重接続方式である G S M 方式と、時分割多重接続方式である D C S 方式と、符号分割多重接続方式である W - C D M A 方式とに対応し、これらの各方式の送信信号および受信信号を処理するモジュールである。D C S 方式の送信信号の周波数帯域は 1 7

1 0 M H z ～ 1 7 8 5 M H z である。D C S 方式の受信信号の周波数帯域は 1 8 0 5 M H z ～ 1 8 8 0 M H z である。G S M 方式の送信信号の周波数帯域および受信信号の周波数帯域と、W - C D M A 方式の送信信号の周波数帯域および受信信号の周波数帯域は、第 1 の実施の形態と同様である。

まず、図 1 6 を参照して、本実施の形態に係るフロントエンドモジュールを含む携帯電話の高周波回路の一例について説明する。図 1 6 に示した高周波回路は、アンテナ 1 と、このアンテナ 1 に接続された本実施の形態に係るフロントエンドモジュール 2 B と、主に信号の変調および復調を行う集積回路 3 B とを備えている。高周波回路は、更に、G S M 方式および D C S 方式用の 2 つの電圧制御発振器（図では G S M / D C S V C O と記す。） 4, 5 と、W - C D M A 方式用の電圧制御発振器 6 W とを備えている。これらの電圧制御発振器 4, 5, 6 W は集積回路 3 B に接続されている。

高周波回路は、更に、入力端がフロントエンドモジュール 2 B に接続され、それぞれ出力端が集積回路 3 B に接続されたバンドパスフィルタ 2 5 G, 2 5 D と、入力端がフロントエンドモジュール 2 B に接続されたローノイズアンプ 3 6 W と、入力端がローノイズアンプ 3 6 W の出力端に接続され、出力端が集積回路 3 B に接続されたバンドパスフィルタ 3 7 W とを備えている。バンドパスフィルタ 2 5 G, 2 5 D, 3 7 W は、それぞれ弾性波素子を用いて構成されている。

高周波回路は、更に、第 1 の実施の形態と同様に構成された電力増幅器 2 1 G、カプラ 2 2 G、自動出力制御回路 2 3 G およびローパスフィルタ 2 4 G と、これらと同様に構成された、D C S 方式用の電力増幅器 2 1 D、カプラ 2 2 D、自動出力制御回路 2 3 D およびローパスフィルタ 2 4 D とを備えている。

高周波回路は、更に、第 1 の実施の形態と同様に構成されたバンドパスフィルタ 3 1 W、電力増幅器 3 2 W、カプラ 3 3 W、自動出力制御回路 3 4 W およびアイソレータ 3 5 W を備えている。バンドパスフィルタ 3 1 W は弾性波素子を用いて構成されている。

次に、フロントエンドモジュール 2 B について詳しく説明する。フロントエンドモジュール 2 B は、ダイプレクサ 1 1 B と、高周波スイッチ 1 6, 1 2 G, 1 2 D と、デュプレクサ 1 3 W とを備えている。ダイプレクサ 1 1 B は、第 1 ない

し第3のポートを有している。第1のポートはアンテナ1に接続されている。第2のポートはGSM方式の信号を入出力するようになっている。第3のポートはW-CDMA方式の信号およびDCS方式の信号を入出力するようになっている。

ダイプレクサ11Bの第2のポートは、高周波スイッチ12Gの可動接点に接続されている。高周波スイッチ12Gの2つの固定接点のうちの一方の固定接点（符号Rを付した固定接点）はバンドパスフィルタ25Gの入力端に接続されている。高周波スイッチ12Gの他方の固定接点（符号Tを付した固定接点）はローパスフィルタ24Gの出力端に接続されている。ダイプレクサ11Bの第3のポートは、高周波スイッチ16の可動接点に接続されている。

高周波スイッチ16の2つの固定接点のうちの一方の固定接点はデュプレクサ13Wに接続されている。高周波スイッチ16の他方の固定接点は、高周波スイッチ12Dの可動接点に接続されている。高周波スイッチ12Dの2つの固定接点のうちの一方の固定接点（符号Rを付した固定接点）はバンドパスフィルタ25Dの入力端に接続されている。高周波スイッチ12Dの他方の固定接点（符号Tを付した固定接点）はローパスフィルタ24Dの出力端に接続されている。

デュプレクサ13Wは、共通端子と受信端子（符号Rを付した端子）と送信端子（符号Tを付した端子）とを有している。デュプレクサ13Wの共通端子は、高周波スイッチ16の一方の固定接点に接続されている。デュプレクサ13Wの受信端子は、ローノイズアンプ36Wの入力端に接続されている。デュプレクサ13Wの送信端子は、アイソレータ35Wの出力端に接続されている。

ダイプレクサ11Bは、信号の周波数に応じて、GSM方式の送信信号および受信信号と、W-CDMA方式の送信信号、受信信号およびDCS方式の送信信号、受信信号とを分離する。具体的に説明すると、ダイプレクサ11Bは、第2のポートに入力されたGSM方式の送信信号と、第3のポートに入力されたW-CDMA方式の送信信号またはDCS方式の送信信号を第1のポートより出力する。また、ダイプレクサ11Bは、第1のポートに入力されたGSM方式の受信信号を第2のポートより出力し、第1のポートに入力されたW-CDMA方式の受信信号またはDCS方式の受信信号を第3のポートより出力する。ダイプレク

サ 1 1 B の構成は、第 1 の実施の形態におけるダイプレクサ 1 1 A と同様である。

高周波スイッチ 1 6 は、W－C D M A 方式の送信信号および受信信号と、D C S 方式の送信信号および受信信号とを分離する。具体的に説明すると、高周波スイッチ 1 6 は、一方の固定接点に入力された W－C D M A 方式の送信信号を可動接点より出力し、可動接点に入力された W－C D M A 方式の受信信号を一方の固定接点より出力する。また、高周波スイッチ 1 6 は、他方の固定接点に入力された D C S 方式の送信信号を可動接点より出力し、可動接点に入力された D C S 方式の受信信号を他方の固定接点より出力する。高周波スイッチ 1 6 の構成は、高周波スイッチ 1 2 G と同様である。ダイプレクサ 1 1 B および高周波スイッチ 1 6 は、本発明における第 1 の分離手段に対応する。

高周波スイッチ 1 2 G は、G S M 方式の送信信号と G S M 方式の受信信号とを分離する。高周波スイッチ 1 2 G の具体的な動作は、第 1 の実施の形態と同様であるため説明を省略する。高周波スイッチ 1 2 G は、本発明における第 2 の分離手段に対応する。

高周波スイッチ 1 2 D は、D C S 方式の送信信号と D C S 方式の受信信号とを分離する。具体的に説明すると、高周波スイッチ 1 2 D は、可動接点に入力された D C S 方式の受信信号（図では、D C S / R X と記す。）を一方の固定接点より出力し、他方の固定接点に入力された D C S 方式の送信信号（図では、D C S / T X と記す。）を可動接点より出力する。高周波スイッチ 1 2 D の構成は、高周波スイッチ 1 2 G と同様である。高周波スイッチ 1 2 D は、本発明における第 3 の分離手段に対応する。

デュプレクサ 1 3 W は、W－C D M A 方式の送信信号と W－C D M A 方式の受信信号とを分離する。デュプレクサ 1 3 W の具体的な動作は、第 1 の実施の形態と同様であるため説明を省略する。

次に、集積回路 3 B について説明する。集積回路 3 B は、I 信号と Q 信号からなるベースバンドの入力信号を入力すると共に、I 信号と Q 信号からなるベースバンドの出力信号を出力するようになっている。

集積回路 3 B は、入力端がバンドパスフィルタ 2 5 G の出力端に接続されたミ

キサ 4 2 G と、入力端がミキサ 4 2 G の出力端に接続された増幅器 4 3 G と、入力端がバンドパスフィルタ 2 5 D の出力端に接続されたミキサ 4 2 D と、入力端がミキサ 4 2 D の出力端に接続された増幅器 4 3 D と、入力端がバンドパスフィルタ 3 7 W の出力端に接続されたミキサ 4 2 W と、入力端がミキサ 4 2 W の出力端に接続された増幅器 4 3 W と、出力端が電力増幅器 2 1 G, 2 1 D の各入力端に接続されたミキサ 4 1 と、出力端がバンドパスフィルタ 3 1 W の入力端に接続されたミキサ 4 1 W と備えている。ミキサ 4 2 G, 4 2 D は電圧制御発振器 5 に接続されている。ミキサ 4 2 W は電圧制御発振器 6 W に接続されている。ミキサ 4 1 は電圧制御発振器 4 に接続されている。ミキサ 4 1 W は電圧制御発振器 6 W に接続されている。

集積回路 3 B は、更に、GSM 方式および DCS 方式用の位相同期化ループ回路（図では GSM/DCS PLL と記す。）4 4 と、W-CDMA 方式用の位相同期化ループ回路 4 5 W とを備えている。位相同期化ループ回路 4 4 は、電圧制御発振器 4, 5 に接続されている。位相同期化ループ回路 4 5 W は、電圧制御発振器 6 W に接続されている。

ミキサ 4 2 G は、バンドパスフィルタ 2 5 G の出力信号に、電圧制御発振器 5 が出力する高周波信号をミックスして、高周波の受信信号をベースバンド信号に変換するようになっている。ミキサ 4 2 D は、バンドパスフィルタ 2 5 D の出力信号に、電圧制御発振器 5 が出力する高周波信号をミックスして、高周波の受信信号をベースバンド信号に変換するようになっている。ミキサ 4 2 W は、バンドパスフィルタ 3 7 W の出力信号に、電圧制御発振器 6 W が出力する高周波信号をミックスして、高周波の受信信号をベースバンド信号に変換するようになっている。

ミキサ 4 1 は、集積回路 3 B に入力されたベースバンド信号に、電圧制御発振器 4 が出力する高周波信号をミックスして、ベースバンド信号を高周波の送信信号に変換するようになっている。ミキサ 4 1 W は、集積回路 3 B に入力されたベースバンド信号に、電圧制御発振器 6 W が出力する高周波信号をミックスして、ベースバンド信号を高周波の送信信号に変換するようになっている。

図示しないが、集積回路 3 B は、更に、入力した I 信号と Q 信号を直交変調し

、変調された信号をミキサ41、41Wに送る機能と、増幅器43G、43D、43Wの出力信号を直交復調してI信号とQ信号とを生成し、これらを入力する機能とを備えている。なお、ミキサ41、41Wが直交変調する機能を兼ね備えていてもよいし、ミキサ42G、42D、42Wが直交復調する機能を兼ね備えていてもよい。

高周波スイッチ12Gより出力されるGSM方式の受信信号は、バンドパスフィルタ25Gを通過してミキサ42Gに入力されるようになっている。高周波スイッチ12Dより出力されるDCS方式の受信信号は、バンドパスフィルタ25Dを通過してミキサ42Dに入力されるようになっている。デュプレクサ13Wより出力されるW-CDMA方式の受信信号は、ローノイズアンプ36Wおよびバンドパスフィルタ37Wを通過してミキサ42Wに入力されるようになっている。

ミキサ41の出力信号は、電力増幅器21G、カプラ22Gおよびローパスフィルタ24Gを通過して高周波スイッチ12Gに入力されると共に、電力増幅器21D、カプラ22Dおよびローパスフィルタ24Dを通過して高周波スイッチ12Dに入力されるようになっている。ミキサ41Wの出力信号は、バンドパスフィルタ31W、電力増幅器32W、カプラ33Wおよびアイソレータ35Wを通過してデュプレクサ13Wに入力されるようになっている。

次に、フロントエンドモジュール2Bの構造について説明する。フロントエンドモジュール2Bは、ダイプレクサ11B、高周波スイッチ16、12G、12Dおよびデュプレクサ13Wを集積するための1つの集積用多層基板20を備えている。集積用多層基板20の基本的な構造は、第1の実施の形態と同様である。また、本実施の形態におけるデュプレクサ13Wの構造は、第1の実施の形態と同様に、図9ないし図11に示した第1ないし第3の例のいずれでもよい。

以上説明したように、本実施の形態に係るフロントエンドモジュール2Bでは、ダイプレクサ11Bと、高周波スイッチ16、12G、12Dと、2つの弾性波素子を含むデュプレクサ13Wとを、1つの集積用多層基板20によって集積している。従って、本実施の形態によれば、2種類の時分割多重接続方式（GSM方式とDCS方式）と1種類の符号分割多重接続方式（W-CDMA方式）と

に対応可能で、且つ、小型軽量化、複合化および集積化が容易なフロントエンドモジュール 2 Bを実現することができる。

本実施の形態におけるその他の構成、作用および効果は、第 1 の実施の形態と同様である。なお、本実施の形態において、ダイプレクサ 1 1 B の代わりに、図 1 2 に示した高周波スイッチ 1 4 を用いてもよいし、高周波スイッチ 1 2 G の代わりに、図 1 2 に示したデュプレクサ 1 5 を用いてもよいし、高周波スイッチ 1 2 D の代わりに、図 1 2 に示したデュプレクサ 1 5 を用いてもよい。

以下、本実施の形態に係るフロントエンドモジュール 2 B の 2 つの変形例について説明する。

図 1 7 は、第 1 の変形例のフロントエンドモジュール 2 B を含む携帯電話の高周波回路を示すブロック図である。第 1 の変形例のフロントエンドモジュール 2 B は、図 1 6 に示したフロントエンドモジュール 2 B の構成要素に加え、G S M 方式の送信信号を通過させるカップラ 2 2 G およびローパスフィルタ 2 4 G と、D C S 方式の送信信号を通過させるカップラ 2 2 D およびローパスフィルタ 2 4 D と、G S M 方式の受信信号を通過させるバンドパスフィルタ 2 5 G と、D C S 方式の受信信号を通過させるバンドパスフィルタ 2 5 D と、W - C D M A 方式の受信信号を通過させるバンドパスフィルタ 3 7 W とを備えている。また、第 1 の変形例では、集積用多層基板 2 0 は、図 1 6 に示したフロントエンドモジュール 2 B の構成要素に加え、新たに加えられた上記の各構成要素も集積している。

第 1 の変形例のフロントエンドモジュール 2 B のその他の構成は、図 1 6 に示したフロントエンドモジュール 2 B と同様である。第 2 の変形例によれば、フロントエンドモジュール 2 B に新たに加えられた上記の各構成要素も含めて、フロントエンドモジュール 2 B 全体の特性の最適化を図ることができる。

なお、第 1 の変形例のフロントエンドモジュール 2 B において、ダイプレクサ 1 1 B の代わりに高周波スイッチ 1 4 を用いてもよいし、高周波スイッチ 1 2 G の代わりにデュプレクサ 1 5 を用いてもよいし、高周波スイッチ 1 2 D の代わりにデュプレクサ 1 5 を用いてもよい。

図 1 8 は、第 1 の変形例のフロントエンドモジュール 2 B の構造の一例を示す平面図である。図 1 9 は、図 1 8 に示したフロントエンドモジュール 2 B の A -

A線断面図である。図18に示したように、この例では、集積用多層基板20の上面に6つの領域が形成されている。6つの領域とは、ダイプレクサ部61、高周波スイッチ回路部62、高周波スイッチ回路部63、デュプレクサ部64、送信回路部65および受信回路部66である。

ダイプレクサ部61にはダイプレクサ11Bが搭載されている。高周波スイッチ回路部62には、高周波スイッチ12Gに含まれる2つのダイオード71が搭載されている。高周波スイッチ回路部63には、高周波スイッチ16に含まれる2つのダイオード72と高周波スイッチ12Dに含まれる2つのダイオード72とが搭載されている。デュプレクサ部64には、デュプレクサ13Wに含まれる2つのチップ73が搭載されている。2つのチップ73は、それぞれ弾性波素子を含んでいる。送信回路部65には、ローパスフィルタ24G、24Dとカプラ22G、22Dが搭載されている。受信回路部66には、バンドパスフィルタ25Gに含まれるチップ74と、バンドパスフィルタ25Dに含まれるチップ75と、バンドパスフィルタ37Wに含まれるチップ76とが搭載されている。チップ74、75、76は、それぞれ弾性波素子を含んでいる。なお、ダイプレクサ11B、ローパスフィルタ24G、24D、カプラ22G、22Dは、図2、図6および図7から明らかなように、インダクタとキャパシタによって構成できるため、これらの全部または一部を集積用多層基板20の内部において構成してもよい。

図19に示したように、集積用多層基板20の上面に搭載された上記の各構成要素は、シールドケース77によって覆われている。なお、図18ではシールドケース77を省略している。

また、この例では、図18に示したように、集積用多層基板20の上面の形状は、縦6mm、横10mmの矩形になっている。また、図19に示したように、フロントエンドモジュール2Bの厚さは1.5mmになっている。

図20は、第2の変形例のフロントエンドモジュール2Bを含む携帯電話の高周波回路を示すブロック図である。第2の変形例のフロントエンドモジュール2Bは、図16に示したフロントエンドモジュール2Bの構成要素に加え、電力増幅器21G、21D、カプラ22G、22D、自動出力制御回路23G、23D

、ローパスフィルタ 2 4 G, 2 4 D、バンドパスフィルタ 2 5 G, 2 5 D、バンドパスフィルタ 3 1 W、電力増幅器 3 2 W、カプラ 3 3 W、自動出力制御回路 3 4 W、アイソレータ 3 5 W、ローノイズアンプ 3 6 Wおよびバンドパスフィルタ 3 7 Wを備えている。また、第 2 の変形例では、集積用多層基板 2 0 は、図 1 6 に示したフロントエンドモジュール 2 B の構成要素に加え、新たに加えられた上記の各構成要素も集積している。

第 2 の変形例のフロントエンドモジュール 2 B のその他の構成は、図 1 6 に示したフロントエンドモジュール 2 B と同様である。第 2 の変形例によれば、フロントエンドモジュール 2 B に新たに加えられた上記の各構成要素も含めて、フロントエンドモジュール 2 B 全体の特性の最適化を図ることができる。

なお、第 2 の変形例のフロントエンドモジュール 2 B において、ダイプレクサ 1 1 B の代わりに高周波スイッチ 1 4 を用いてもよいし、高周波スイッチ 1 2 G の代わりにデュプレクサ 1 5 を用いてもよいし、高周波スイッチ 1 2 D の代わりにデュプレクサ 1 5 を用いてもよい。

[第 3 の実施の形態]

次に、本発明の第 3 の実施の形態に係るフロントエンドモジュールについて説明する。本実施の形態に係るフロントエンドモジュールは、時分割多重接続方式である G S M 方式と、時分割多重接続方式である D C S 方式と、符号分割多重接続方式である W - C D M A 方式と、符号分割多重接続方式である狭帯域符号分割多重接続（以下、N - C D M A と記す。）方式に対応し、これらの各方式の送信信号および受信信号を処理するモジュールである。N - C D M A 方式の送信信号の周波数帯域は 8 2 4 M H z ~ 8 4 9 M H z である。N - C D M A 方式の受信信号の周波数帯域は 8 6 9 M H z ~ 8 9 4 M H z である。G S M 方式の送信信号の周波数帯域および受信信号の周波数帯域と、W - C D M A 方式の送信信号の周波数帯域および受信信号の周波数帯域は、第 1 の実施の形態と同様である。また、D C S 方式の送信信号の周波数帯域および受信信号の周波数帯域は第 2 の実施の形態と同様である。

まず、図 2 1 を参照して、本実施の形態に係るフロントエンドモジュールを含む携帯電話の高周波回路の一例について説明する。図 2 1 に示した高周波回路は

、アンテナ１と、このアンテナ１に接続された本実施の形態に係るフロントエンドモジュール２Ｃと、主に信号の変調および復調を行う集積回路３Ｃとを備えている。高周波回路は、更に、ＧＳＭ方式およびＤＣＳ方式用の２つの電圧制御発振器４，５と、Ｗ－ＣＤＭＡ方式用の電圧制御発振器６Ｗと、Ｎ－ＣＤＭＡ方式用の電圧制御発振器６Ｎとを備えている。これらの電圧制御発振器４，５，６Ｗ，６Ｎは集積回路３Ｃに接続されている。

高周波回路は、更に、入力端がフロントエンドモジュール２Ｃに接続され、それぞれ出力端が集積回路３Ｃに接続されたバンドパスフィルタ２５Ｇ，２５Ｄと、入力端がフロントエンドモジュール２Ｃに接続されたローノイズアンプ３６Ｗと、入力端がローノイズアンプ３６Ｗの出力端に接続され、出力端が集積回路３Ｃに接続されたバンドパスフィルタ３７Ｗと、入力端がフロントエンドモジュール２Ｃに接続されたローノイズアンプ３６Ｎと、入力端がローノイズアンプ３６Ｎの出力端に接続され、出力端が集積回路３Ｃに接続されたバンドパスフィルタ３７Ｎとを備えている。バンドパスフィルタ２５Ｇ，２５Ｄ，３７Ｗ，３７Ｎは、それぞれ弾性波素子を用いて構成されている。

高周波回路は、更に、第２の実施の形態と同様に構成された電力増幅器２１Ｇ，２１Ｄ、カプラ２２Ｇ，２２Ｄ、自動出力制御回路２３Ｇ，２３Ｄおよびローパスフィルタ２４Ｇ，２４Ｄを備えている。

高周波回路は、更に、第１の実施の形態と同様に構成されたバンドパスフィルタ３１Ｗ、電力増幅器３２Ｗ、カプラ３３Ｗ、自動出力制御回路３４Ｗおよびアイソレータ３５Ｗと、これらと同様に構成された、Ｎ－ＣＤＭＡ方式用のバンドパスフィルタ３１Ｎ、電力増幅器３２Ｎ、カプラ３３Ｎ、自動出力制御回路３４Ｎおよびアイソレータ３５Ｎとを備えている。バンドパスフィルタ３１Ｗ，３１Ｎは弾性波素子を用いて構成されている。

次に、フロントエンドモジュール２Ｃについて詳しく説明する。フロントエンドモジュール２Ｃは、ダイプレクサ１１Ｃと、高周波スイッチ１６，１７，１２Ｇ，１２Ｄと、デュプレクサ１３Ｗ，１３Ｎとを備えている。ダイプレクサ１１Ｃは、第１ないし第３のポートを有している。第１のポートはアンテナ１に接続されている。第２のポートはＮ－ＣＤＭＡ方式の信号およびＧＳＭ方式の信号を

入出力するようになっている。第3のポートはW-CDMA方式の信号およびCS方式の信号を入出力するようになっている。

ダイプレクサ11Cの第2のポートは、高周波スイッチ17の可動接点に接続されている。高周波スイッチ17の2つの固定接点のうちの一方の固定接点はデュプレクサ13Nに接続されている。高周波スイッチ17の他方の固定接点は、高周波スイッチ12Gの可動接点に接続されている。高周波スイッチ12Gの2つの固定接点のうちの一方の固定接点（符号Rを付した固定接点）はバンドパスフィルタ25Gの入力端に接続されている。高周波スイッチ12Gの他方の固定接点（符号Tを付した固定接点）はローパスフィルタ24Gの出力端に接続されている。

ダイプレクサ11Cの第3のポートは、高周波スイッチ16の可動接点に接続されている。高周波スイッチ16の2つの固定接点のうちの一方の固定接点はデュプレクサ13Wに接続されている。高周波スイッチ16の他方の固定接点は、高周波スイッチ12Dの可動接点に接続されている。高周波スイッチ12Dの2つの固定接点のうちの一方の固定接点（符号Rを付した固定接点）はバンドパスフィルタ25Dの入力端に接続されている。高周波スイッチ12Dの他方の固定接点（符号Tを付した固定接点）はローパスフィルタ24Dの出力端に接続されている。

デュプレクサ13Nは、共通端子と受信端子（符号Rを付した端子）と送信端子（符号Tを付した端子）とを有している。デュプレクサ13Nの共通端子は、高周波スイッチ17の一方の固定接点に接続されている。デュプレクサ13Nの受信端子は、ローノイズアンプ36Nの入力端に接続されている。デュプレクサ13Nの送信端子は、アイソレータ35Nの出力端に接続されている。

デュプレクサ13Wは、共通端子と受信端子（符号Rを付した端子）と送信端子（符号Tを付した端子）とを有している。デュプレクサ13Wの共通端子は、高周波スイッチ16の一方の固定接点に接続されている。デュプレクサ13Wの受信端子は、ローノイズアンプ36Wの入力端に接続されている。デュプレクサ13Wの送信端子は、アイソレータ35Wの出力端に接続されている。

ダイプレクサ11Cは、信号の周波数に応じて、N-CDMA方式の信号およ

びGSM方式の信号と、W-CDMA方式の信号およびDCS方式の信号とを分離する。具体的に説明すると、ダイプレクサ11Cは、第2のポートに入力されたN-CDMA方式の送信信号またはGSM方式の送信信号と、第3のポートに入力されたW-CDMA方式の送信信号またはDCS方式の送信信号を第1のポートより出力する。また、ダイプレクサ11Cは、第1のポートに入力されたN-CDMA方式の受信信号またはGSM方式の受信信号を第2のポートより出力し、第1のポートに入力されたW-CDMA方式の受信信号またはDCS方式の受信信号を第3のポートより出力する。ダイプレクサ11Cの構成は、第1の実施の形態におけるダイプレクサ11Aと同様である。

高周波スイッチ17は、N-CDMA方式の送信信号および受信信号と、GSM方式の送信信号および受信信号とを分離する。具体的に説明すると、高周波スイッチ17は、一方の固定接点に入力されたN-CDMA方式の送信信号を可動接点より出力し、可動接点に入力されたN-CDMA方式の受信信号を一方の固定接点より出力する。また、高周波スイッチ17は、他方の固定接点に入力されたGSM方式の送信信号を可動接点より出力し、可動接点に入力されたGSM方式の受信信号を他方の固定接点より出力する。高周波スイッチ17の構成は、高周波スイッチ12Gと同様である。

高周波スイッチ16は、W-CDMA方式の送信信号および受信信号と、DCS方式の送信信号および受信信号とを分離する。高周波スイッチ16の具体的な動作は、第2の実施の形態と同様であるため説明を省略する。ダイプレクサ11Cおよび高周波スイッチ16、17は、本発明における第1の分離手段に対応する。

高周波スイッチ12Gは、GSM方式の送信信号とGSM方式の受信信号とを分離する。高周波スイッチ12Gの具体的な動作は、第1の実施の形態と同様であるため説明を省略する。高周波スイッチ12Gは、本発明における第2の分離手段に対応する。

高周波スイッチ12Dは、DCS方式の送信信号とDCS方式の受信信号とを分離する。高周波スイッチ12Dの具体的な動作は、第2の実施の形態と同様であるため説明を省略する。高周波スイッチ12Dは、本発明における第3の分離

手段に対応する。

デュプレクサ 1 3 Wは、W－CDMA方式の送信信号とW－CDMA方式の受信信号とを分離する。デュプレクサ 1 3 Wの動作は、第 1 の実施の形態と同様であるため説明を省略する。デュプレクサ 1 3 Wは、本発明における第 1 のデュプレクサに対応する。

デュプレクサ 1 3 Nは、N－CDMA方式の送信信号とN－CDMA方式の受信信号とを分離する。具体的に説明すると、デュプレクサ 1 3 Nは、共通端子に入力されたN－CDMA方式の受信信号（図では、NCDMA／RXと記す。）を受信端子より出力し、送信端子に入力されたN－CDMA方式の送信信号（図では、NCDMA／TXと記す。）を共通端子より出力する。デュプレクサ 1 3 Nの構成は、デュプレクサ 1 3 Wと同様である。デュプレクサ 1 3 Nは、本発明における第 2 のデュプレクサに対応する。

次に、集積回路 3 Cについて説明する。集積回路 3 Cは、I 信号とQ信号からなるベースバンドの入力信号を入力すると共に、I 信号とQ信号からなるベースバンドの出力信号を出力するようになっている。

集積回路 3 Cは、入力端がバンドパスフィルタ 2 5 Gの出力端に接続されたミキサ 4 2 Gと、入力端がミキサ 4 2 Gの出力端に接続された増幅器 4 3 Gと、入力端がバンドパスフィルタ 2 5 Dの出力端に接続されたミキサ 4 2 Dと、入力端がミキサ 4 2 Dの出力端に接続された増幅器 4 3 Dとを備えている。集積回路 3 Cは、更に、入力端がバンドパスフィルタ 3 7 Wの出力端に接続されたミキサ 4 2 Wと、入力端がミキサ 4 2 Wの出力端に接続された増幅器 4 3 Wと、入力端がバンドパスフィルタ 3 7 Nの出力端に接続されたミキサ 4 2 Nと、入力端がミキサ 4 2 Nの出力端に接続された増幅器 4 3 Nとを備えている。

集積回路 3 Cは、更に、出力端が電力増幅器 2 1 G， 2 1 Dの各入力端に接続されたミキサ 4 1 と、出力端がバンドパスフィルタ 3 1 Wの入力端に接続されたミキサ 4 1 Wと、出力端がバンドパスフィルタ 3 1 Nの入力端に接続されたミキサ 4 1 Nと備えている。ミキサ 4 2 G， 4 2 Dは電圧制御発振器 5 に接続されている。ミキサ 4 2 Wは電圧制御発振器 6 Wに接続されている。ミキサ 4 1 は電圧制御発振器 4 に接続されている。ミキサ 4 1 Wは電圧制御発振器 6 Wに接続され

ている。ミキサ 4 1 N は電圧制御発振器 6 N に接続されている。

集積回路 3 C は、更に、G S M 方式および D C S 方式用の位相同期化ループ回路 4 4 と、W - C D M A 方式用の位相同期化ループ回路 4 5 W と、N - C D M A 方式用の位相同期化ループ回路 4 5 N とを備えている。位相同期化ループ回路 4 4 は、電圧制御発振器 4 , 5 に接続されている。位相同期化ループ回路 4 5 W は、電圧制御発振器 6 W に接続されている。位相同期化ループ回路 4 5 N は、電圧制御発振器 6 N に接続されている。

ミキサ 4 2 G は、バンドパスフィルタ 2 5 G の出力信号に、電圧制御発振器 5 が出力する高周波信号をミックスして、高周波の受信信号をベースバンド信号に変換するようになっている。ミキサ 4 2 D は、バンドパスフィルタ 2 5 D の出力信号に、電圧制御発振器 5 が出力する高周波信号をミックスして、高周波の受信信号をベースバンド信号に変換するようになっている。ミキサ 4 2 W は、バンドパスフィルタ 3 7 W の出力信号に、電圧制御発振器 6 W が出力する高周波信号をミックスして、高周波の受信信号をベースバンド信号に変換するようになっている。ミキサ 4 2 N は、バンドパスフィルタ 3 7 N の出力信号に、電圧制御発振器 6 N が出力する高周波信号をミックスして、高周波の受信信号をベースバンド信号に変換するようになっている。

ミキサ 4 1 は、集積回路 3 C に入力されたベースバンド信号に、電圧制御発振器 4 が出力する高周波信号をミックスして、ベースバンド信号を高周波の送信信号に変換するようになっている。ミキサ 4 1 W は、集積回路 3 C に入力されたベースバンド信号に、電圧制御発振器 6 W が出力する高周波信号をミックスして、ベースバンド信号を高周波の送信信号に変換するようになっている。ミキサ 4 1 N は、集積回路 3 C に入力されたベースバンド信号に、電圧制御発振器 6 N が出力する高周波信号をミックスして、ベースバンド信号を高周波の送信信号に変換するようになっている。

図示しないが、集積回路 3 C は、更に、入力した I 信号と Q 信号を直交変調し、変調された信号をミキサ 4 1 , 4 1 W , 4 1 N に送る機能と、増幅器 4 3 G , 4 3 D , 4 3 W , 4 3 N の出力信号を直交復調して I 信号と Q 信号とを生成し、これらを出力する機能とを備えている。なお、ミキサ 4 1 , 4 1 W , 4 1 N が直

交変調する機能を兼ね備えていてもよいし、ミキサ4 2 G、4 2 D、4 2 W、4 2 Nが直交復調する機能を兼ね備えていてもよい。

高周波スイッチ1 2 Gより出力されるGSM方式の受信信号は、バンドパスフィルタ2 5 Gを通過してミキサ4 2 Gに入力されるようになっている。高周波スイッチ1 2 Dより出力されるDCS方式の受信信号は、バンドパスフィルタ2 5 Dを通過してミキサ4 2 Dに入力されるようになっている。デュプレクサ1 3 Wより出力されるW-CDMA方式の受信信号は、ローノイズアンプ3 6 Wおよびバンドパスフィルタ3 7 Wを通過してミキサ4 2 Wに入力されるようになっている。デュプレクサ1 3 Nより出力されるN-CDMA方式の受信信号は、ローノイズアンプ3 6 Nおよびバンドパスフィルタ3 7 Nを通過してミキサ4 2 Nに入力されるようになっている。

ミキサ4 1の出力信号は、電力増幅器2 1 G、カプラ2 2 Gおよびローパスフィルタ2 4 Gを通過して高周波スイッチ1 2 Gに入力されると共に、電力増幅器2 1 D、カプラ2 2 Dおよびローパスフィルタ2 4 Dを通過して高周波スイッチ1 2 Dに入力されるようになっている。ミキサ4 1 Wの出力信号は、バンドパスフィルタ3 1 W、電力増幅器3 2 W、カプラ3 3 Wおよびアイソレータ3 5 Wを通過してデュプレクサ1 3 Wに入力されるようになっている。ミキサ4 1 Nの出力信号は、バンドパスフィルタ3 1 N、電力増幅器3 2 N、カプラ3 3 Nおよびアイソレータ3 5 Nを通過してデュプレクサ1 3 Nに入力されるようになっている。

次に、フロントエンドモジュール2 Cの構造について説明する。フロントエンドモジュール2 Cは、ダイプレクサ1 1 C、高周波スイッチ1 6、1 7、1 2 G、1 2 Dおよびデュプレクサ1 3 W、1 3 Nを集積するための1つの集積用多層基板2 0を備えている。集積用多層基板2 0の基本的な構造は、第1の実施の形態と同様である。また、本実施の形態におけるデュプレクサ1 3 W、1 3 Nの構造は、第1の実施の形態と同様に、図9ないし図11に示した第1ないし第3の例のいずれでもよい。本実施の形態において、デュプレクサ1 3 Wに含まれる2つの弾性波素子は、本発明における第1の弾性波素子に対応し、デュプレクサ1 3 Nに含まれる2つの弾性波素子は、本発明における第2の弾性波素子に対応す

る。従って、デュプレクサ 1 3 Wに含まれる弾性波素子を含むチップは、本発明における第 1 のチップに対応し、デュプレクサ 1 3 Nに含まれる弾性波素子を含むチップは、本発明における第 2 のチップに対応する。また、デュプレクサ 1 3 Wに含まれる弾性波素子を含むチップが搭載される実装基板 5 3, 5 6 は、本発明における第 1 の実装基板に対応し、デュプレクサ 1 3 Nに含まれる弾性波素子を含むチップが搭載される実装基板 5 3, 5 6 は、本発明における第 2 の実装基板に対応する。

以上説明したように、本実施の形態に係るフロントエンドモジュール 2 Cでは、ダイプレクサ 1 1 Cと、高周波スイッチ 1 6, 1 7, 1 2 G, 1 2 Dと、2 つの弾性波素子を含むデュプレクサ 1 3 Wと、2 つの弾性波素子を含むデュプレクサ 1 3 Nとを、1 つの集積用多層基板 2 0 によって集積している。従って、本実施の形態によれば、2 種類の時分割多重接続方式 (G S M方式と D C S 方式) と 2 種類の符号分割多重接続方式 (W - C D M A方式と N - C D M A方式) とに対応可能で、且つ、小型軽量化、複合化および集積化が容易なフロントエンドモジュール 2 Cを実現することができる。

本実施の形態におけるその他の構成、作用および効果は、第 1 の実施の形態と同様である。なお、本実施の形態において、ダイプレクサ 1 1 Cの代わりに、図 1 2 に示した高周波スイッチ 1 4 を用いてもよいし、高周波スイッチ 1 2 Gの代わりに、図 1 2 に示したデュプレクサ 1 5 を用いてもよいし、高周波スイッチ 1 2 Dの代わりに、図 1 2 に示したデュプレクサ 1 5 を用いてもよい。

以下、本実施の形態に係るフロントエンドモジュール 2 Cの 2 つの変形例について説明する。

図 2 2 は、第 1 の変形例のフロントエンドモジュール 2 Cを含む携帯電話の高周波回路を示すブロック図である。第 1 の変形例のフロントエンドモジュール 2 Cは、図 2 1 に示したフロントエンドモジュール 2 Cの構成要素に加え、G S M方式の送信信号を通過させるカプラ 2 2 Gおよびローパスフィルタ 2 4 Gと、D C S方式の送信信号を通過させるカプラ 2 2 Dおよびローパスフィルタ 2 4 Dと、G S M方式の受信信号を通過させるバンドパスフィルタ 2 5 Gと、D C S方式の受信信号を通過させるバンドパスフィルタ 2 5 Dと、W - C D M A方式の受信

信号を通過させるバンドパスフィルタ 3 7 W と、N-CDMA 方式の受信信号を通過させるバンドパスフィルタ 3 7 N とを備えている。また、第 1 の変形例では、集積用多層基板 2 0 は、図 2 1 に示したフロントエンドモジュール 2 C の構成要素に加え、新たに加えられた上記の各構成要素も集積している。

第 1 の変形例のフロントエンドモジュール 2 C のその他の構成は、図 2 1 に示したフロントエンドモジュール 2 C と同様である。第 1 の変形例によれば、フロントエンドモジュール 2 C に新たに加えられた上記の各構成要素も含めて、フロントエンドモジュール 2 C 全体の特性の最適化を図ることができる。

なお、第 1 の変形例のフロントエンドモジュール 2 C において、ダイプレクサ 1 1 C の代わりに高周波スイッチ 1 4 を用いてもよいし、高周波スイッチ 1 2 G の代わりにデュプレクサ 1 5 を用いてもよいし、高周波スイッチ 1 2 D の代わりにデュプレクサ 1 5 を用いてもよい。

図 2 3 は、第 2 の変形例のフロントエンドモジュール 2 C を含む携帯電話の高周波回路を示すブロック図である。第 2 の変形例のフロントエンドモジュール 2 C は、図 2 1 に示したフロントエンドモジュール 2 C の構成要素に加え、電力増幅器 2 1 G, 2 1 D、カプラ 2 2 G, 2 2 D、自動出力制御回路 2 3 G, 2 3 D、ローパスフィルタ 2 4 G, 2 4 D、バンドパスフィルタ 2 5 G, 2 5 D、バンドパスフィルタ 3 1 W, 3 1 N、電力増幅器 3 2 W, 3 2 N、カプラ 3 3 W, 3 3 N、自動出力制御回路 3 4 W, 3 4 N、アイソレータ 3 5 W, 3 5 N、ローノイズアンプ 3 6 W, 3 6 N およびバンドパスフィルタ 3 7 W, 3 7 N を備えている。また、第 2 の変形例では、集積用多層基板 2 0 は、図 2 1 に示したフロントエンドモジュール 2 C の構成要素に加え、新たに加えられた上記の各構成要素も集積している。

第 2 の変形例のフロントエンドモジュール 2 C のその他の構成は、図 2 1 に示したフロントエンドモジュール 2 C と同様である。第 2 の変形例によれば、フロントエンドモジュール 2 C に新たに加えられた上記の各構成要素も含めて、フロントエンドモジュール 2 C 全体の特性の最適化を図ることができる。

なお、第 2 の変形例のフロントエンドモジュール 2 C において、ダイプレクサ 1 1 C の代わりに高周波スイッチ 1 4 を用いてもよいし、高周波スイッチ 1 2 G

の代わりにデュプレクサ 15 を用いてもよいし、高周波スイッチ 12 D の代わりにデュプレクサ 15 を用いてもよい。

[第 4 の実施の形態]

次に、本発明の第 4 の実施の形態に係るフロントエンドモジュールについて説明する。本実施の形態に係るフロントエンドモジュールは、第 1 ないし第 3 の各実施の形態に係るフロントエンドモジュールにおいて、更にアンテナ 1 を備えたものである。本実施の形態において、集積用多層基板 20 は、第 1 ないし第 3 の各実施の形態における構成要素に加え、アンテナ 1 も集積する。

以下、本実施の形態におけるアンテナ 1 の構造の 2 つの例について説明する。携帯電話に用いられるアンテナとしては、各種の形式および構造のものが知られているが、ここでは、アンテナ 1 としてパッチアンテナを用いるものとする。

図 24 は、アンテナ 1 の構造の第 1 の例を示す斜視図である。第 1 の例では、アンテナ 1 は、集積用多層基板 20 とは別個に製造され、例えば半田付けによって集積用多層基板 20 に搭載されている。第 1 の例におけるアンテナ 1 は、誘電体よりなる直方体形状の誘電体部 81 と、この誘電体部 81 の上面に設けられた電極 82 と、誘電体部 81 の底面に設けられ、接地面を形成する導体層 83 と、誘電体部 81 の側部に設けられた給電用導体部 84 と備えている。電極 82 および導体層 83 は、それぞれ矩形の平板状になっている。給電用導体部 84 の上端部は、電極 82 の側部に対して、所定の間隔を開けて対向している。集積用多層基板 20 の上面には、給電用導体部 84 の下端部に接続される導体層 85 が設けられている。

図 25 は、アンテナ 1 の構造の第 2 の例を示す斜視図である。第 2 の例では、アンテナ 1 は、集積用多層基板 20 に組み込まれている。第 2 の例におけるアンテナ 1 は、集積用多層基板 20 の上面に設けられた電極 92 と、集積用多層基板 20 の内部において電極 92 に対向する位置に配置され、接地面を形成する導体層 93 と、集積用多層基板 20 の側部に設けられた給電用導体部 94 と備えている。電極 92 および導体層 93 は、それぞれ矩形の平板状になっている。給電用導体部 94 の上端部は、電極 92 の側部に対して、所定の間隔を開けて対向している。また、集積用多層基板 20 の内部において、導体層 93 よりも下の位置に

は、給電用導体部 9 4 の下端部に接続される導体層 9 5 が設けられている。

本実施の形態によれば、アンテナ 1 も含めて、フロントエンドモジュール全体の特性の最適化を図ることができる。本実施の形態におけるその他の構成、作用および効果は、変形例も含めて第 1 ないし第 3 のいずれかの実施の形態と同様である。

[第 5 の実施の形態]

次に、本発明の第 5 の実施の形態に係るフロントエンドモジュールについて説明する。本実施の形態に係るフロントエンドモジュールは、時分割多重接続方式である GSM 方式と符号分割多重接続方式である W-CDMA 方式とに対応し、これらの各方式の送信信号および受信信号を処理するモジュールである。GSM 方式の送信信号の周波数帯域および受信信号の周波数帯域と、W-CDMA 方式の送信信号の周波数帯域および受信信号の周波数帯域は、第 1 の実施の形態と同様である。

まず、図 2 6 を参照して、本実施の形態に係るフロントエンドモジュールを含む携帯電話の高周波回路の一例について説明する。図 2 6 に示した高周波回路は、アンテナ 1 と、このアンテナ 1 に接続された本実施の形態に係るフロントエンドモジュール 2 E とを備えている。図 2 6 に示した高周波回路におけるその他の部分の構成は、第 1 の実施の形態における高周波回路におけるアンテナ 1 およびフロントエンドモジュール 2 A 以外の部分の構成と同様である。

次に、フロントエンドモジュール 2 E について詳しく説明する。フロントエンドモジュール 2 E は、デュプレクサ 2 5 0 と高周波スイッチ 2 6 0 とを備えている。高周波スイッチ 2 6 0 は、可動接点 2 6 0 a と、3 つの固定接点 2 6 0 b, 2 6 0 c, 2 6 0 d とを有している。可動接点 2 6 0 a はアンテナ 1 に接続されている。固定接点 2 6 0 b は、後述する送信側ディレーライン 2 5 6 の一端に接続されている。固定接点 2 6 0 c はローパスフィルタ 2 4 G の出力端に接続されている。固定接点 2 6 0 d はバンドパスフィルタ 2 5 G の入力端に接続されている。

デュプレクサ 2 5 0 は、一端がアンテナ 1 に接続された受信側ディレーライン 2 5 4 と、入力端が受信側ディレーライン 2 5 4 の他端に接続され、出力端がロ

ーノイズアンプ 36W の入力端に接続された受信側バンドパスフィルタ（図 26 では BPF と記す。）255 とを有している。デュプレクサ 250 は、更に、一端が高周波スイッチ 260 の固定接点 260b に接続された送信側ディレーライン 256 と、出力端が送信側ディレーライン 256 の他端に接続され、入力端がアイソレータ 35W の出力端に接続された送信側バンドパスフィルタ（図 26 では BPF と記す。）257 とを有している。バンドパスフィルタ 255，257 は、いずれも弾性波素子を用いて構成されている。ディレーライン 254，256 の作用は第 1 の実施の形態におけるディレーライン 154，156 と同様である。また、バンドパスフィルタ 255，257 の構成および作用は、第 1 の実施の形態におけるバンドパスフィルタ 155，157 と同様である。

図 27 は、図 26 におけるデュプレクサ 250 を示すブロック図である。デュプレクサ 250 は、前述のディレーライン 254，256 およびバンドパスフィルタ 255，257 の他に、アンテナ端子 251 と受信端子 252 と送信端子 253 と端子 271，272 とを有している。アンテナ端子 251 は、受信側ディレーライン 254 の一端に接続されている。また、アンテナ端子 251 は、アンテナ 1 に接続されるようになっている。受信端子 252 は、受信側バンドパスフィルタ（図 27 では受信側 BPF と記す。）255 の出力端に接続されている。また、受信端子 252 は、ローノイズアンプ 36W の入力端に接続されるようになっている。送信端子 253 は、送信側バンドパスフィルタ（図 27 では送信側 BPF と記す。）257 の入力端に接続されている。また、送信端子 253 は、アイソレータ 35W の出力端に接続されるようになっている。端子 271 は、受信側ディレーライン 254 の一端に接続されている。また、端子 271 は、高周波スイッチ 260 の可動接点 260a に接続されるようになっている。端子 272 は、送信側ディレーライン 256 の一端に接続されている。また、端子 272 は、高周波スイッチ 260 の固定接点 260b に接続されるようになっている。

図 26 および図 27 に示したように、本実施の形態では、受信側ディレーライン 254 の一端は、常にアンテナ 1 に接続されている。一方、送信側ディレーライン 256 の一端は、高周波スイッチ 260 の可動接点 260a と固定接点 260b とが接続されたときにのみ、アンテナ 1 に接続される。高周波スイッチ 260

0の可動接点260aと固定接点260bとが接続された状態では、図27に示したデュプレクサ250は、図4に示したデュプレクサ13Wと同様の構成になる。本発明におけるデュプレクサは、図27に示した構成のものも含む。

なお、図5に示した回路構成と同様に、図27に示したデュプレクサ250におけるアンテナ端子251、受信端子252、送信端子253と、それらに接続される外部の回路との間に、それぞれ、デュプレクサ250と外部の回路とのインピーダンス整合を行う整合回路を設けてもよい。

次に、本実施の形態におけるフロントエンドモジュール2Eの作用について説明する。このフロントエンドモジュール2Eでは、W-CDMA方式の受信信号（図26では、WCDMA/RXと記す。）を常に受信できる状態になっている。従って、このフロントエンドモジュール2Eでは、W-CDMA方式の受信信号をデータの信号とすれば、常にデータの受信を行うことが可能である。また、このフロントエンドモジュール2Eによれば、W-CDMA方式の受信信号を常に受信しながら、GSM方式の信号を用いて通話を行うことが可能になる。すなわち、高周波スイッチ260の可動接点260aが固定接点260cに接続されると、GSM方式の送信信号（図26では、GSM/TXと記す。）をアンテナ1に送ることができる。また、高周波スイッチ260の可動接点260aが固定接点260dに接続されると、GSM方式の受信信号（図26では、GSM/RXと記す。）をバンドパスフィルタ25Gに送ることができる。また、高周波スイッチ260の可動接点260aが固定接点260bに接続されると、W-CDMA方式の送信信号（図26では、WCDMA/TXと記す。）をアンテナ1に送ることができる。

次に、フロントエンドモジュール2Eの構造について説明する。フロントエンドモジュール2Eは、デュプレクサ250および高周波スイッチ260を集積するための1つの集積用多層基板20を備えている。集積用多層基板20の基本的な構造は、第1の実施の形態と同様である。また、本実施の形態におけるデュプレクサ250の構造は、第1の実施の形態と同様に、図9ないし図11に示した第1ないし第3の例のいずれでもよい。

本実施の形態において、フロントエンドモジュール2Eは、第1の実施の形態

における第2の変形例と同様に、図26に示したフロントエンドモジュール2Eの構成要素に加え、GSM方式の送信信号を通過させるカップラ22Gおよびローパスフィルタ24Gと、GSM方式の受信信号を通過させるバンドパスフィルタ25Gと、W-CDMA方式の受信信号を通過させるバンドパスフィルタ37Wとを備えていてもよい。この場合、集積用多層基板20は、図26に示したフロントエンドモジュール2Eの構成要素に加え、新たに加えられた上記の各構成要素も集積する。

また、本実施の形態において、フロントエンドモジュール2Eは、第1の実施の形態における第3の変形例と同様に、図26に示したフロントエンドモジュール2Eの構成要素に加え、電力増幅器21G、カップラ22G、自動出力制御回路23G、ローパスフィルタ24G、バンドパスフィルタ25G、バンドパスフィルタ31W、電力増幅器32W、カップラ33W、自動出力制御回路34W、アイソレータ35W、ローノイズアンプ36Wおよびバンドパスフィルタ37Wを備えていてもよい。この場合、集積用多層基板20は、図26に示したフロントエンドモジュール2Eの構成要素に加え、新たに加えられた上記の各構成要素も集積する。

また、本実施の形態において、フロントエンドモジュール2Eは、第4の実施の形態と同様に、更にアンテナ1を備えていてもよい。この場合、集積用多層基板20は、図26に示したフロントエンドモジュール2Eの構成要素に加え、アンテナ1も集積する。

本実施の形態におけるその他の構成、作用および効果は、第1の実施の形態と同様である。

なお、本発明は、上記各実施の形態に限定されず、種々の変更が可能である。例えば、本発明における時分割多重接続方式は、実施の形態で挙げたGSM方式およびDCS方式に限らず、他の方式であってもよい。また、本発明における符号分割多重接続方式は、実施の形態で挙げたW-CDMA方式およびN-CDMA方式に限らず、他の方式であってもよい。

また、各実施の形態では、デュプレクサにおける受信側バンドパスフィルタに用いられる弾性波素子を含むチップと送信側バンドパスフィルタに用いられる弾

性波素子を含むチップとが別体であるものとして説明している。しかし、これらの2つのチップを合体して1つのチップとしても、各実施の形態に示した構成と同様の構成が可能であることは言うまでもない。また、本発明は、このように、デュプレクサにおける受信側バンドパスフィルタに用いられる弾性波素子と送信側バンドパスフィルタに用いられる弾性波素子とを1つのチップ内に設けた場合も含む。

以上説明したように本発明の第1のフロントエンドモジュールでは、第1の分離手段と、第2の分離手段と、2つの弾性波素子を含むデュプレクサとを、1つの集積用多層基板によって集積している。従って、本発明によれば、時分割多重接続方式と符号分割多重接続方式とに対応可能で、且つ、小型軽量化、複合化および集積化が容易なフロントエンドモジュールを実現することができる。

また、本発明の第1のフロントエンドモジュールにおいて、デュプレクサは、弾性波素子を含み集積用多層基板に搭載されたチップを有し、弾性波素子以外のデュプレクサの構成部分は集積用多層基板に含まれていてもよい。この場合には、フロントエンドモジュールの厚さを小さくすることができる。

また、本発明の第1のフロントエンドモジュールにおいて、デュプレクサは、弾性波素子を含むチップと、このチップが実装された実装基板とを有し、チップおよび実装基板は集積用多層基板に搭載され、弾性波素子以外のデュプレクサの構成部分は集積用多層基板に含まれていてもよい。この場合には、フロントエンドモジュールの厚さを小さくできると共に、フロントエンドモジュールの歩留りを向上させることができる。

また、本発明の第2のフロントエンドモジュールでは、第1の分離手段と、第2の分離手段と、第3の分離手段と、2つの弾性波素子を含むデュプレクサとを、1つの集積用多層基板によって集積している。従って、本発明によれば、2種類の時分割多重接続方式と1種類の符号分割多重接続方式とに対応可能で、且つ、小型軽量化、複合化および集積化が容易なフロントエンドモジュールを実現することができる。

また、本発明の第2のフロントエンドモジュールにおいて、デュプレクサは、弾性波素子を含み集積用多層基板に搭載されたチップを有し、弾性波素子以外の

デュプレクサの構成部分は集積用多層基板に含まれていてもよい。この場合には、フロントエンドモジュールの厚さを小さくすることができる。

また、本発明の第2のフロントエンドモジュールにおいて、デュプレクサは、弾性波素子を含むチップと、このチップが実装された実装基板とを有し、チップおよび実装基板は集積用多層基板に搭載され、弾性波素子以外のデュプレクサの構成部分は集積用多層基板に含まれていてもよい。この場合には、フロントエンドモジュールの厚さを小さくできると共に、フロントエンドモジュールの歩留りを向上させることができる。

また、本発明の第3のフロントエンドモジュールでは、第1の分離手段と、第2の分離手段と、第3の分離手段と、2つの第1の弾性波素子を含む第1のデュプレクサと、2つの第2の弾性波素子を含む第2のデュプレクサとを、1つの集積用多層基板によって集積している。従って、本発明によれば、2種類の時分割多重接続方式と2種類の符号分割多重接続方式とに対応可能で、且つ、小型軽量化、複合化および集積化が容易なフロントエンドモジュールを実現することができる。

また、本発明の第3のフロントエンドモジュールにおいて、第1のデュプレクサは、第1の弾性波素子を含み集積用多層基板に搭載された第1のチップを有し、第2のデュプレクサは、第2の弾性波素子を含み集積用多層基板に搭載された第2のチップを有し、第1の弾性波素子以外の第1のデュプレクサの構成部分および第2の弾性波素子以外の第2のデュプレクサの構成部分は集積用多層基板に含まれていてもよい。この場合には、フロントエンドモジュールの厚さを小さくすることができる。

また、本発明の第3のフロントエンドモジュールにおいて、第1のデュプレクサは、第1の弾性波素子を含む第1のチップと、第1のチップが実装された第1の実装基板とを有し、第1のチップおよび第1の実装基板は集積用多層基板に搭載されていてもよい。また、第2のデュプレクサは、第2の弾性波素子を含む第2のチップと、第2のチップが実装された第2の実装基板とを有し、第2のチップおよび第2の実装基板は集積用多層基板に搭載されていてもよい。また、第1の弾性波素子以外の第1のデュプレクサの構成部分および第2の弾性波素子以外

の第2のデュプレクサの構成部分は集積用多層基板に含まれていてもよい。この場合には、フロントエンドモジュールの厚さを小さくすることができると共に、フロントエンドモジュールの歩留りを向上させることができる。

また、本発明の第1の高周波機能モジュールでは、デュプレクサは、弾性波素子を含み集積用多層基板に搭載されたチップを有し、弾性波素子以外のデュプレクサの構成部分およびデュプレクサに接続される回路のうちの少なくとも一部は、集積用多層基板に含まれている。従って、本発明によれば、小型軽量化、複合化および集積化が容易で、特に厚さを小さくすることができる高周波機能モジュールを実現することができる。

また、本発明の第2の高周波機能モジュールでは、デュプレクサは、デュプレクサは、弾性波素子を含むチップと、チップが実装された実装基板とを有し、チップおよび実装基板は集積用多層基板に搭載されている。また、弾性波素子以外のデュプレクサの構成部分およびデュプレクサに接続される回路のうちの少なくとも一部は、集積用多層基板に含まれている。従って、本発明によれば、小型軽量化、複合化および集積化が容易で、特に厚さを小さくすることができると共に歩留りを向上させることができる高周波機能モジュールを実現することができる。

以上の説明に基づき、本発明の種々の態様や変形例を実施可能であることは明らかである。従って、以下の請求の範囲の均等の範囲において、上記の最良の形態以外の形態でも本発明を実施することが可能である。

クレーム

1. 時分割多重接続方式の送信信号および受信信号と符号分割多重接続方式の送信信号および受信信号とを処理するためのフロントエンドモジュールであって、

アンテナに接続され、時分割多重接続方式の送信信号および受信信号と、符号分割多重接続方式の送信信号および受信信号とを分離する第1の分離手段と、

前記第1の分離手段に接続され、時分割多重接続方式の送信信号と時分割多重接続方式の受信信号とを分離する第2の分離手段と、

前記第1の分離手段に接続され、それぞれフィルタとして機能する2つの弾性波素子を含み、符号分割多重接続方式の送信信号と符号分割多重接続方式の受信信号とを分離するデュプレクサと、

前記第1の分離手段、第2の分離手段およびデュプレクサを集積するための1つの集積用多層基板と

を備えたことを特徴とするフロントエンドモジュール。

2. 更に、前記第2の分離手段に接続され、時分割多重接続方式の送信信号を通過させるフィルタと、

前記第2の分離手段に接続され、時分割多重接続方式の受信信号を通過させるフィルタと、

前記デュプレクサに接続され、符号分割多重接続方式の受信信号を通過させるフィルタとを備え、

前記集積用多層基板は、更に前記各フィルタも集積することを特徴とする請求項1記載のフロントエンドモジュール。

3. 更に、時分割多重接続方式の送信信号を増幅する電力増幅器と、符号分割多重接続方式の送信信号を増幅する電力増幅器とを備え、

前記集積用多層基板は、更に前記各電力増幅器も集積することを特徴とする請求項1記載のフロントエンドモジュール。

4. 更に、前記アンテナを備え、前記集積用多層基板は、更に前記アンテナも集積することを特徴とする請求項1記載のフロントエンドモジュール。

5. 前記デュプレクサは、前記弾性波素子を含む1つまたは2つのチップと、前記チップが実装された実装基板とを有し、前記実装基板は弾性波素子以外のデュプレクサの構成部分を含み、前記デュプレクサは前記集積用多層基板に搭載されていることを特徴とする請求項1記載のフロントエンドモジュール。

6. 前記デュプレクサは、前記弾性波素子を含み前記集積用多層基板に搭載された1つまたは2つのチップを有し、弾性波素子以外のデュプレクサの構成部分は前記集積用多層基板に含まれていることを特徴とする請求項1記載のフロントエンドモジュール。

7. 前記デュプレクサは、前記弾性波素子を含む1つまたは2つのチップと、前記チップが実装された1つまたは2つの実装基板とを有し、前記チップおよび実装基板は前記集積用多層基板に搭載され、弾性波素子以外のデュプレクサの構成部分は前記集積用多層基板に含まれていることを特徴とする請求項1記載のフロントエンドモジュール。

8. 第1の周波数帯域に含まれる時分割多重接続方式の第1の送信信号および第1の受信信号と、第2の周波数帯域に含まれる時分割多重接続方式の第2の送信信号および第2の受信信号と、第3の周波数帯域に含まれる符号分割多重接続方式の第3の送信信号および第3の受信信号とを処理するためのフロントエンドモジュールであって、

アンテナに接続され、第1の送信信号および第1の受信信号と、第2の送信信号および第2の受信信号と、第3の送信信号および第3の受信信号とを分離する第1の分離手段と、

前記第1の分離手段に接続され、第1の送信信号と第1の受信信号とを分離する第2の分離手段と、

前記第 1 の分離手段に接続され、第 2 の送信信号と第 2 の受信信号とを分離する第 3 の分離手段と、

前記第 1 の分離手段に接続され、それぞれフィルタとして機能する 2 つの弾性波素子を含み、第 3 の送信信号と第 3 の受信信号とを分離するデュプレクサと、

前記第 1 の分離手段、第 2 の分離手段、第 3 の分離手段およびデュプレクサを集積するための 1 つの集積用多層基板と
を備えたことを特徴とするフロントエンドモジュール。

9. 更に、前記第 2 の分離手段に接続され、第 1 の送信信号を通過させるフィルタと、

前記第 2 の分離手段に接続され、第 1 の受信信号を通過させるフィルタと、

前記第 3 の分離手段に接続され、第 2 の送信信号を通過させるフィルタと、

前記第 3 の分離手段に接続され、第 2 の受信信号を通過させるフィルタと、

前記デュプレクサに接続され、第 3 の受信信号を通過させるフィルタとを備え

、

前記集積用多層基板は、更に前記各フィルタも集積することを特徴とする請求項 8 記載のフロントエンドモジュール。

10. 更に、第 1 の送信信号を増幅する電力増幅器と、第 2 の送信信号を増幅する電力増幅器と、第 3 の送信信号を増幅する電力増幅器とを備え、

前記集積用多層基板は、更に前記各電力増幅器も集積することを特徴とする請求項 8 記載のフロントエンドモジュール。

11. 更に、前記アンテナを備え、前記集積用多層基板は、更に前記アンテナも集積することを特徴とする請求項 8 記載のフロントエンドモジュール。

12. 前記デュプレクサは、前記弾性波素子を含む 1 つまたは 2 つのチップと、前記チップが実装された実装基板とを有し、前記実装基板は弾性波素子以外のデュプレクサの構成部分を含み、前記デュプレクサは前記集積用多層基板に搭載さ

れていることを特徴とする請求項 8 記載のフロントエンドモジュール。

13. 前記デュプレクサは、前記弾性波素子を含み前記集積用多層基板に搭載された 1 つまたは 2 つのチップを有し、弾性波素子以外のデュプレクサの構成部分は前記集積用多層基板に含まれていることを特徴とする請求項 8 記載のフロントエンドモジュール。

14. 前記デュプレクサは、前記弾性波素子を含む 1 つまたは 2 つのチップと、前記チップが実装された 1 つまたは 2 つの実装基板とを有し、前記チップおよび実装基板は前記集積用多層基板に搭載され、弾性波素子以外のデュプレクサの構成部分は前記集積用多層基板に含まれていることを特徴とする請求項 8 記載のフロントエンドモジュール。

15. 第 1 の周波数帯域に含まれる時分割多重接続方式の第 1 の送信信号および第 1 の受信信号と、第 2 の周波数帯域に含まれる時分割多重接続方式の第 2 の送信信号および第 2 の受信信号と、第 3 の周波数帯域に含まれる符号分割多重接続方式の第 3 の送信信号および第 3 の受信信号と、第 4 の周波数帯域に含まれる符号分割多重接続方式の第 4 の送信信号および第 4 の受信信号とを処理するためのフロントエンドモジュールであって、

アンテナに接続され、第 1 の送信信号および第 1 の受信信号と、第 2 の送信信号および第 2 の受信信号と、第 3 の送信信号および第 3 の受信信号と、第 4 の送信信号および第 4 の受信信号とを分離する第 1 の分離手段と、

前記第 1 の分離手段に接続され、第 1 の送信信号と第 1 の受信信号とを分離する第 2 の分離手段と、

前記第 1 の分離手段に接続され、第 2 の送信信号と第 2 の受信信号とを分離する第 3 の分離手段と、

前記第 1 の分離手段に接続され、それぞれフィルタとして機能する 2 つの第 1 の弾性波素子を含み、第 3 の送信信号と第 3 の受信信号とを分離する第 1 のデュプレクサと、

前記第 1 の分離手段に接続され、それぞれフィルタとして機能する 2 つの第 2 の弾性波素子を含み、第 4 の送信信号と第 4 の受信信号とを分離する第 2 のデュプレクサと、

前記第 1 の分離手段、第 2 の分離手段、第 3 の分離手段、第 1 のデュプレクサおよび第 2 のデュプレクサを集積するための 1 つの集積用多層基板とを備えたことを特徴とするフロントエンドモジュール。

16. 更に、前記第 2 の分離手段に接続され、第 1 の送信信号を通過させるフィルタと、

前記第 2 の分離手段に接続され、第 1 の受信信号を通過させるフィルタと、

前記第 3 の分離手段に接続され、第 2 の送信信号を通過させるフィルタと、

前記第 3 の分離手段に接続され、第 2 の受信信号を通過させるフィルタと、

前記第 1 のデュプレクサに接続され、第 3 の受信信号を通過させるフィルタと

、

前記第 2 のデュプレクサに接続され、第 4 の受信信号を通過させるフィルタとを備え、

前記集積用多層基板は、更に前記各フィルタも集積することを特徴とする請求項 15 記載のフロントエンドモジュール。

17. 更に、第 1 の送信信号を増幅する電力増幅器と、第 2 の送信信号を増幅する電力増幅器と、第 3 の送信信号を増幅する電力増幅器と、第 4 の送信信号を増幅する電力増幅器とを備え、

前記集積用多層基板は、更に前記各電力増幅器も集積することを特徴とする請求項 15 記載のフロントエンドモジュール。

18. 更に、前記アンテナを備え、前記集積用多層基板は、更に前記アンテナも集積することを特徴とする請求項 15 記載のフロントエンドモジュール。

19. 前記第 1 のデュプレクサは、第 1 の弾性波素子を含む 1 つまたは 2 つの第

1のチップと、第1のチップが実装された第1の実装基板とを有し、前記第1の実装基板は第1の弾性波素子以外の第1のデュプレクサの構成部分を含み、

前記第2のデュプレクサは、第2の弾性波素子を含む1つまたは2つの第2のチップと、第2のチップが実装された第2の実装基板とを有し、前記第2の実装基板は第2の弾性波素子以外の第2のデュプレクサの構成部分を含み、

前記第1のデュプレクサおよび第2のデュプレクサは前記集積用多層基板に搭載されていることを特徴とする請求項15記載のフロントエンドモジュール。

20. 前記第1のデュプレクサは、第1の弾性波素子を含み前記集積用多層基板に搭載された1つまたは2つの第1のチップを有し、

前記第2のデュプレクサは、第2の弾性波素子を含み前記集積用多層基板に搭載された1つまたは2つの第2のチップを有し、

第1の弾性波素子以外の第1のデュプレクサの構成部分および第2の弾性波素子以外の第2のデュプレクサの構成部分は前記集積用多層基板に含まれていることを特徴とする請求項15記載のフロントエンドモジュール。

21. 前記第1のデュプレクサは、第1の弾性波素子を含む1つまたは2つの第1のチップと、第1のチップが実装された1つまたは2つの第1の実装基板とを有し、前記第1のチップおよび第1の実装基板は前記集積用多層基板に搭載され、

前記第2のデュプレクサは、第2の弾性波素子を含む1つまたは2つの第2のチップと、第2のチップが実装された1つまたは2つの第2の実装基板とを有し、前記第2のチップおよび第2の実装基板は前記集積用多層基板に搭載され、

第1の弾性波素子以外の第1のデュプレクサの構成部分および第2の弾性波素子以外の第2のデュプレクサの構成部分は前記集積用多層基板に含まれていることを特徴とする請求項15記載のフロントエンドモジュール。

22. それぞれフィルタとして機能する2つの弾性波素子を含み、送信信号と受信信号とを分離するデュプレクサと、

前記デュプレクサを集積するための1つの集積用多層基板とを備え、

前記デュプレクサは、前記弾性波素子を含み前記集積用多層基板に搭載された1つまたは2つのチップを有し、

前記弾性波素子以外のデュプレクサの構成部分および前記デュプレクサに接続される回路のうちの少なくとも一部は、前記集積用多層基板に含まれていることを特徴とする高周波機能モジュール。

23. それぞれフィルタとして機能する2つの弾性波素子を含み、送信信号と受信信号とを分離するデュプレクサと、

前記デュプレクサを集積するための1つの集積用多層基板とを備え、

前記デュプレクサは、前記弾性波素子を含む1つまたは2つのチップと、前記チップが実装された1つまたは2つの実装基板とを有し、

前記チップおよび実装基板は前記集積用多層基板に搭載され、

前記弾性波素子以外のデュプレクサの構成部分および前記デュプレクサに接続される回路のうちの少なくとも一部は、前記集積用多層基板に含まれていることを特徴とする高周波機能モジュール。

要約

フロントエンドモジュールは、ダイプレクサと高周波スイッチとデュプレクサを備えている。ダイプレクサの第1のポートはアンテナに接続され、第2のポートはGSM方式の信号を入出力し、第3のポートはW-CDMA方式の信号を入出力する。高周波スイッチは第2のポートに接続され、GSM方式の送信信号と受信信号とを分離する。デュプレクサは第3のポートに接続され、W-CDMA方式の送信信号と受信信号とを分離する。デュプレクサは2つの弾性波素子を含んでいる。ダイプレクサ、高周波スイッチおよびデュプレクサは、1つの集積用多層基板によって集積されている。